

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE MEDICINA



TESIS DOCTORAL

**La medicina aeronáutica desde sus orígenes hasta la era
astronáutica**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR

Pedro Gómez Cabezas

DIRECTOR:

Pedro Laín Entralgo

Madrid, 2015

R. 2213

2A 1093

LA MEDICINA AERONAUTICA

DESDE SUS ORIGENES HASTA LA ERA ASTRONAUTICA

Tomo I



Biblioteca
de Medicina

BIBLIOTECA UCM



5309478979

MINISTERIO DE FARMACOLOGIA
ESPAÑA

BIBLIOTECA

Trabajo que, para optar al Grado de
Doctor, presenta el Licenciado en Medi-
cina y Cirugía DON PEDRO GOMEZ CABEZAS.

Madrid, 14 de Junio de 1977.

A mi mujer,
A nuestros hijos,
A la Aeronáutica Española.

I N D I C E

I N D I C E

	<u>Página.</u>
I. INTRODUCCION	1
II. JUSTIFICACION	9
III. PRECEDENTES AERONAUTICOS:	
A) Mitología Aeronáutica:	13
B) Epoca Teórica de la Aeronáutica (ARQUITAS, ARQUIMEDES, ROBELIO BACON, LEONARDO DA VINCI, LANA, BORRELLI, GUSMAO)	16
IV. PREHISTORIA MEDICO AERONAUTICA:	
(MARCO POLO, ACOSTA, BACON DE BERU- LAN, ANDRADE, TORRICELLI, PASCAL, OTTO GUERICKE, ROBERT BOYLE, CORELLI, CIG- NA, FREZIER, MUSSCHEMBROEK, BOUGER y LA CONDOMINE, ULLOA, LOMONOSOV, HOOKE, LOWER, MAYOW, HALES, CAVENDISH, PRIES- LEY, PARACELSO, LAVOISIER, MARQUER y de LA METHERIA, SCHEELE)	25
V. LA MEDICINA AERONAUTICA EN LA ERA DEL GLOBO:	
(Los hermanos MONTGOLFIER, CHARLES y ROBERT, PILATRE DE ROZIER y el MARQUES DE ARLANDES, KRYAKUTNOI, BLANCHARD, LU- NARDI, JEFRIES	48
Primeras víctimas de la Aeronáutica: (PILATRE DE ROZIER y ROMANI)	56

La Aeronáutica en España y la Medicina Aeronáutica del momento. (LUNARDI, SALVA y SANTPONTS, BOVER) -	56
El descenso en Paracaidas (GARNERIN)	58
Otras ascensiones aerostáticas (ZAMBECCARI, GAY-LUSSAC, ZAKHAROV y KASHINSKII)	59
Ascensos a las altas montañas. (SAUSSURE, HALLER, HUMBOLDT, HURBADO, GERVINUS, TORRENTE, HODGSON, POEPPIG, DARWIN. TYNDALL, FERNET, JOURDANET)	60
Ascensiones aerostáticas de GREEN	68
Empleo de los aerostatos con fines bélicos	68
Estudio de los efectos del aire enrarecido (JUNOD, KATOLINSKII, SIMONOV, DROZDOV y BOCHECHKAROV, SECHENOV, SABINSKII, KOVAEVSKII y GVOZDEVS)	68
Dramática ascensión aerostática de COXWELL y GLAISHER	72
PAUL BERT. Ascensiones de GROCE-SPENELLI, SIVEL y TISSANDIER	73
Efecto del aire enrarecido sobre el organismo: (SCHENOV, PASHUTIN, CORBACHEV, TPILSKII)	80
Aclimatación a la montaña (TRET YAKOV y TAPILSKII)	83

	<u>Página.</u>
Estudios en pro de las naves dirigidas (CAYLEY, JULLIEN, GIFFARD, ARENDT) . .	84
Estudio de la altas capas de la atmós- fera (MENDELEV)	85
Los globos dirigibles (TISSANDIER, SAN- TOS DUMONT, ZEPPELIN)	86
Records de ascensiones aerostáticas: (HAWTRORNE, PICCARD, STEVENS, ANDERSON, KEPNER)	87
Manifestaciones fisiopatológicas obser- vadas en las ascensiones del hombre a las montañas y en la práctica del balo- nismo (MOSSO, LONGSTAFFE, VERIGO, MUNT)	88
Estudio de los efectos de las acelera- ciones (SALATE, MENDEL, PASHUTIN, TARK- HANOV, KUZNETSON, NEMZER, BEKHTEREV, BO- RISHPOLKII)	92
Ionizacion de la atmosfera (CASPARI, GOCKEL, HESS)	94
 VI. LA MEDICINA AERONAUTICA EN LA ERA DE LA AVIACION A HELICE:	
(Hermanos WRIGHT, MOZHAISKII, CAYLEY y HENSON, LILIENTHAL, ADER, HIRSH MAXIM)	96.
 A) Epoca Deportiva de la Aviación:	
(MOULINIERE y CROUCHET, CROUZON, BONNIER, NAQUET, FALCHI, DREYER y WILKER, SCHROTTER, GREEN y JONES, WILBUR, OVINGTON)	102
 Incidencias en los distintos paí-	

ses (Rusia, EE.UU., R.U., Argentina, España, Alemania, Italia)	110
B) Epoca Médico-Aeronáutica comprendida entre el comienzo de las dos Guerras Mundiales:	
Situación general de la Fuerza Aérea al comienzo de la I Guerra	116
La Medicina Aeronáutica en los diferentes países (Italia, Inglaterra, Francia, Alemania, Rusia, EE. UU. de América) .	119
La Aeronáutica y la Medicina Aeronáutica al terminar la I Guerra y su posterior evolución	136
Los raids heroicos	136
El Autogiro "La Cierva"	137
OBERTH y su visión astronáutica	137
La Guerra Civil Española	139
La Medicina Aeronáutica en los EE. UU. de América (LISTER)	140
La Medicina Aeronáutica en Italia (GEMELLI, GRADENIGO, GALEOTTI, AGGAZZOTTI)	141
La Medicina Aeronáutica en Francia (MAUBLANE y RATIE	142
La Medicina Aeronáutica en Rusia . . .	144
Aportación de SCHNEIDER (EE.UU.) . . .	144
La Medicina Aeronáutica en el R.U. . .	146

I Congreso Internacional de Medicina Aeronáutica (Paris, 1921)	147
Aportación de España (FIGUERAS BALLESTER)	148
Aportación de La Argentina (MILANO)	148
Aportación de MINS, NECHAEV, DOBROTVORSKII y VASILEV, ROZENBERG (Rusia)	149
Congreso I. de Medicina Aeronáutica, Bruselas 1925 (HILL, FLACK, BRAVAN y BEIN, CRUCHET, FERRY, ROULEAUX, NOLA, SAND y TILMAN).	157
<u>Aviation Medecine</u> (BAUER)	160
Bureau of Air Commerce (EE.UU.)	161
Laboratorio de Reconocimientos de Cuatro Vientos (PUIG QUERO).	162
IV Congreso I. de Navegación Aérea, Sección de Medicina Aeronáutica (Roma, 1927)	163
I Congreso de Aviación Sanitaria (Paris 1929)	167
<u>F l y n g</u> (DOBROTVORSKII). Rusia, 1930	170
<u>Techo del Aviador</u> (EGOROV y PERESKOKOV) Rusia, 1931	171
"Aero Medical Association", EE. UU. 1929	172
Estudio de las capas altas de la atmósfera (PICARD).	173
I Congreso de Seguridad Aérea, Paris 1930	174
V Congreso Internacional de Comunicacio-	

	<u>Página.</u>
nes Aéreas. La Haya	174
La Centrífuga Humana	179
Efectos fisiológicos de los Vuelos de Altas Cotas (frío, deficiencias de O ₂ , S.N., Aerombolismo)	180
<u>Revista de Aeronáutica.</u> España, 1932 .	184
Estudio de la Radiación Ultravioleta. (DORNO)	185
Estudio de los rayos Cósmicos (PROKOFIEN, BIRNBAUM, y GODUNOV)	186
II Congreso I. de Aviación Sanitaria, Ma- drid, 1933	186
La Aviación de Caza. Visiones "roja" y "negra"	192
III Congreso I. de Aviación Sanitaria. Bruselas, 1935	195
<u>Medicina Aeronáutica y Aviación Sanitaria</u> Box 1936.	199
Expediciones a las montañas de Himalaya. 1937 y 1938	200
II Convenio de Medicina Aeronáutica, Mi- lán, 1937	202
I Conferencia Panamericana de Aviación Sanitaria, Montevideo, 1919	205
C) Medicina Aeronáutica Rusa de 1930 a 1940	206
1) La Medicina Aeronáutica del Institu- to de Investigaciones Científicas de Aviación Civil.	208

2) Sector IV del I. de Investigaciones Científicas de la Salud	213
3) Laboratorio C. Central Psicofisiológico de Aviación Civi	227
4) Instituto de Medicina de Aviación .	236
5) Academia Médico Militar de Kirov. .	251
6) El "All Union" Instituto de Medicina Experimental	282
7) Aportación de los fisiólogos montañeros soviéticos a la Medicina de aviación.	287
D) Momento Médico Aeronáutico en el comienzo de la II Guerra Mundial	303
1) Recuerdo elemental de la atmósfera	304
2) Trabajo del piloto.	307
3) Concepto General sobre la Medicina del Vuelo de Altura	309
4) Fisiopatología del organismo en los vuelos de alta cota:	
Respiración	311
Sangre.	315
Aparato Cardiovascular	318
Sistema Nervioso	326
Organos de los Sentidos	330
Aparato Digestivo	334
Riñón	335
Equilibrio Acido-base	336
Metabolismo	340
Trabajo Muscular	343
Fenómenos Posturales Reactivos . . .	344
5) Resistencia a la altura y límites fi-	

	<u>Página</u>
siológicos de la misma	345
6) Mal de Altura.	347
7) Vuelo sin Motor y Paracaidismo .	360
E) Epoca Médico Aeronáutica desde la II Guerra Mundial hasta la Aviación a Reacción.	365
En Alemania.	370
Inglaterra	406
Francia.	411
Italia	413
Suiza.	415
Argentina.	415
Japón.	416
Estados Unidos de América. . . .	417
Rusia.	429
España	457
Paracaidismo y Evacuación Sanitaria:	
a) Paracaidismo.	475
b) Evacuación Sanitaria.	477
VII. LA MEDICINA AERONAUTICA EN LA ERA DE LOS AVIONES A REACCION EN LOS DISTIN- TOS PAISES.	481
En Francia	486
Italia	507
Alemania	518
Bélgica.	521
Suiza.	525
Suecia	527
Yugoslavia	527
Holanda.	528
Reino Unido.	529

	<u>Página</u>
EE. UU. de América	533
Perú	548
Rusia	548
España	552
VIII. CONCLUSIONES	614
IX. BIBLIOGRAFIA CITADA EN EL TEXTO . .	627
X. BIBLIOGRAFIA GENERAL	657

I. I N T R O D U C C I O N

El anhelo de volar es con toda seguridad tan antiguo como el hombre de las cavernas que, sin duda, contemplaba envidioso el vuelo de las aves prehistóricas.

La Historia de la Aeronáutica nos evidencia la tesonera decisión del hombre, a través de milenios, de emular a las aves, de remontarse por el aire adquiriendo una propiedad que fisiológicamente le está vedada, y de tratar de evadirse de su medio habitual.

La falta de posibilidades reales no fue obstáculo para que tales aspiraciones se plasmaran en lo ficticio de la Mitología y la Leyenda.

Es evidentemente clara la dependencia del pensamiento Médico-Aeronáutico con la evolución de la Aviación, pero en ese prolongado paréntesis en que la posibilidad de volar era sólo un algo imaginativo y enigmático, no podía pensarse en una Medicina de tal situación.

El auténtico comienzo de la Medicina Aeronáutica se asocia con las primeras ascensiones en globo y permanencia a alturas de atmósfera ya conflictivas para la fisiología del individuo. Pero situaciones totalmente semejantes se habían presentado ya en las ascensiones a altas montañas, motivo por el que viene aceptándose como "balbuceante comienzo" a esos primeros relatos de disturbios fi-

siopatológicos recogidos con ocasión de ascensos a altas montañas y que encierran ya originales ideas sobre etiopatogenia profilaxis y tratamiento. Estas situaciones de ascensión y permanencia en alta montaña van a seguir siendo muy útiles en futura investigación médico-aeronáutica.

Inmersos en los problemas médico-aeronáuticos durante casi tres decenios y después de consultar varios archivos, antiguos y modernos, de libros y revistas relacionados directamente con el tema, consideramos nuestras pretensiones de desarrollar una tesis sobre Historia de la Medicina Aeronáutica Universal.

Nos sedujo la idea de tomar la Historia de la Medicina Aeronáutica en su origen y conducirlas hasta nuestros días, es decir, tratar también de la Medicina Cosmonáutica. Nos dispusimos a acometer la tarea, dudamos, consultamos autores, contamos y recontamos el caudal propio y ajeno del que podíamos disponer y nos aprestamos a nuestro primer contacto con el Profesor Laín Entralgo al que expusimos nuestro deseo y pretensiones. El nos alentó muy amable y cariñosamente, pero nos hizo reconsiderar nuestras aspiraciones convenciéndonos de desistir de la última parte, indudable acierto que pronto pudimos comprender.

Al principio nuestra marcha fue vacilante y un tanto desconfiada, pero poco a poco se fue haciendo más resuelta a medida que íbamos salvando distancias y descubriendo nuevos horizontes.

En el orden expositivo comenzamos una marcha cronológica pero más tarde hubimos de convencernos de que a medida que se hacen mayores las incidencias y la literatura sobre el particular es abundante, el orden cronológico se hace cansado y estéril para el lector, que al tener que pasar rápidamente de una escena a otra no puede detenerse en ninguna y ve cómo se le rompe el hilo de la narración, quedando en su memoria sólo fragmentos aisla-

dos con los que se ve incapaz de formar un todo uniforme.

Para intentar obviar este inconveniente pensamos agrupar los hechos según su naturaleza o su geografía, si bien esto tiene el inconveniente de que pasen desapercibidas para el común de los lectores (a no ser que se hagan continuas referencias); relaciones, causas y efectos de acontecimientos muy desemejantes pero que al haberse producido al mismo tiempo o con escaso intervalo, se han podido influenciar de manera indiscutible.

Conscientes del inconveniente de ambos sistemas nos servimos de los dos según el momento, y así del sistema cronológico con que empezamos pasamos a la descripción por países (bien que observando el orden cronológico en cada uno) a partir de la 2ª Guerra Mundial, coincidiendo con la masificación de hechos y referencias. Seguimos con tal sistema en lo sucesivo para en la última época vernos rebasados por la profusión de literatura y al lado de una consignación relativamente meticulosa de la Medicina Aeronáutica Española, conformarnos con hacer una referencia a veces un tanto recortada de lo más significativo de la Medicina Aeronáutica Mundial.

A la Historia de la Medicina Aeronáutica Rusa la damos un trato relativamente especial, lógico si se tiene en cuenta que de la misma, debido al aislamiento que ha mantenido con el resto del mundo, no se ha tenido información. Hemos conseguido de ella abundantes datos, aunque de fuentes unilaterales, por medio del libro de SERGEYEV, y aún creyendo ver en ellos una clara tendencia "Chauvinista" consideramos muy importante su aportación, extendiéndonos en plasmar su referencia particularmente a los pertenecientes a esa muy importante época de 1930 a 1940, conocida como la Edad de Oro de la Medicina Aeronáutica Soviética.

Dotados quizás de un espíritu un tanto escrupuloso

al que sólo la verdad satisface, hemos tenido nuestros "parones", hemos "temblado" muchas veces delante de la gran empresa acometida. Los materiales que habíamos reunido nos parecían insuficientes, las dificultades un tanto materiales de la redacción, nos abrumaban y sólo a fuerza de constancia, pensando en el compromiso contraído, volvíamos a recuperar cierta confianza y con ella la tranquilidad que nos permitía seguir adelante con nuestra pretensión de hacerlo con conciencia y buena fé.

En cuanto al orden y sistemática de nuestra exposición, de acuerdo con los Drs. LAIN ENTRALGO y ALBARRACIN Y GRACIA, comenzamos con los apartados correspondientes a Introducción y Justificación; continuamos con el de Precedentes Aeronáuticos, en el que comprendemos: A) La Mitología Aeronáutica, y B) La época teórica de la Aeronáutica; un nuevo apartado, el IV, lo dedicamos a la Prehistoria Médico-Aeronáutica. El V comprende la Era del Globo y Medicina Aeronáutica en la misma. El VI está destinado a la Era de los aviones a hélice y dentro de ella se incluyen: A) La Época Deportiva de la Aviación, y B) La comprendida entre el comienzo de ambas Guerras mundiales, al final de la cual se hace un resumen amplio del momento Médico-Aeronáutico; C) La época Médico Aeronáutica comprendida desde el comienzo de la 2ª Guerra Mundial, hasta el comienzo de la aviación a reacción. El VII apartado, está dedicado a la Era de la aviación a reacción, capítulo que hacemos llegar hasta 1962 en que damos por culminado nuestro trabajo con un gran acontecimiento médico-aeronáutico, de especial relieve para España: el XI Congreso Internacional de Medicina Aeronáutica en Europa, celebrado en Madrid y que tuvimos el gran honor de vivir muy activamente. En un VIII apartado, se encierran las Conclusiones, finalizando con Citas Bibliográficas numeradas y Bibliografía general, por orden alfabético.

Cabe nos sea censurado el que tratándose de un Estu-

dio Médico-Aeronáutico, nos perdamos en descripciones puramente aeronáuticas lo mismo en el comienzo que después al principio del estudio histórico de las distintas Eras, parándonos a considerar: tipos de aviones, características particulares de los mismos, techos, velocidades, autonomías, etc., pero creemos que nuestra postura se verá justificada con sólo pensar en la intensa relación, total dependencia y paralelo desarrollo de recíproca influencia, de la Medicina Aeronáutica y la propia Aeronáutica.

Preocupa ya al Médico la hostilidad de la atmósfera referida por el jesuita español P. ACOSTA al paso de las montañas del Perú; asimismo, los relatos de incomodidades y enfermedades de otras subidas a las alturas, los accidentes de las ascensiones en globo a altas cotas, que inducen al estudio fisiopatológico de los mismos y a ocuparse de su profilaxis y tratamiento.

Después con el advenimiento de los más pesados que el aire, el empleo de la aviación como arma de combate, como medio de transporte o como deporte, con la constante superación de techos, velocidades y aceleraciones que llegaran a exigir de supremos medios de protección y aumentan los riesgos, cada vez se le pide más a la Medicina Aeronáutica que se convierte en una rama de especialidad muy importante de la Medicina, sin cuyo avance quedaría a su vez detenido el progreso técnico del vuelo.

Cabe definamos la Medicina Aeronáutica como: Rama de la Ciencia Médica que estudia las manifestaciones fisiológicas y fisiopatológicas provocadas por el vuelo, indaga sus causas, indica el medio para conseguir una mayor resistencia del organismo humano al vuelo, y enseña a aplicar los remedios necesarios para prevenir la enfermedad o la lesión motivadas por la actividad del vuelo y de otros factores morbígenos del ambiente aeronáutico.

Entra en el cometido de la Medicina Aeronáutica es-

tudiar las modalidades de selección médica del personal aeronavegante, el estudio de los informes médico-legales derivados de la actividad del vuelo, el estudio de los medios profilácticos en relación con las enfermedades que pueden difundirse por medio del transporte aéreo, y el de los problemas higiénicos del vuelo y de los aeropuertos.

Gracias a la Medicina Aeronáutica los médicos pueden conocer las reacciones fisiológicas a las diferentes condiciones del vuelo, las lesiones provocadas por el mismo, y los fenómenos que traducen la adaptación o falta de adaptación del individuo al medio aéreo y tener conciencia de la aptitud psicofísica del personal de vuelo.

La Medicina Aeronáutica por intermedio del médico especialista se dirige también al ingeniero y a los técnicos aeronáuticos en lo referente a la construcción de aparatos para que en todas las circunstancias se adapten al organismo humano, ya que la concepción del avión, del techo, la velocidad ascensional, las aceleraciones posibles, el emplazamiento del personal, del tablero de instrumentos, de los mandos, y de los aparatos de higiene, deben ser objeto de continua revisión y asesoramiento médico. Casi todos los instrumentos de a bordo deben ser estudiados fisiológicamente, ya que una colocación impropia puede exigir movimientos de cabeza en un momento en que el hacerlo puede ser causa de un vértigo por una reacción de Coriolis. No se puede construir un inhalador de O₂, un vestido caliente, un traje anti-G, sin conocer las respuestas orgánicas, sin pensar fisiológicamente los más pequeños detalles. No se puede determinar el acolchamiento de asientos, la iluminación del tablero de mandos, o el material de las paredes transparentes sin tener presente su repercusión sobre la fatiga o sobre las reacciones fisiopatológicas que pudieran desencadenar sobre los usuarios del avión.

Interesa también el conocimiento de la Medicina Aeronáutica a los usuarios del avión, ya que les permitirá conocer los límites de su rendimiento fisiológico y poner en juego los medios mecánicos, fisiológicos y farmacodinámicos de protección, para el mejor rendimiento de su máquina sin daño para su salud.

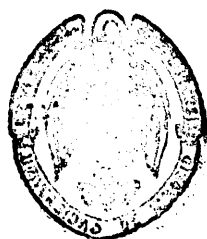
Presenta en fin cada problema de aviación una incidencia material, una incidencia fisiológica y una incidencia de utilización, en estrecha correlación, lo que exige del trabajo en equipo en el que deben participar con la mayor responsabilidad y amor al oficio: el personal navegante, el ingeniero y el médico especialista.

Al culminar la meta de nuestro trabajo más de 1.000 publicaciones sobre el tema han pasado por nuestras manos, de las varias decenas de miles publicadas hasta 1962. Sin duda, muchas y algunas muy importantes omisiones hemos tenido que cometer, de ello pedimos perdón, si bien no podemos al mismo tiempo ocultar nuestra esperanza de que algo útil hayamos podido aportar al campo de esta importante rama de la Medicina que nos apasiona.

La Bibliografía que acompañamos puede, sin duda, paliar nuestras deficiencias, aclarando, ampliando y enmendando nuestras apreciaciones, a la vez que informando de nuevas fuentes de estudio por medio de sus particulares citas.

Nos queda hacer patente nuestro sincero agradecimiento: en primer lugar al Profesor LAIN ENTRALGO, patrocinador, y junto con los Dres. ALBARRACIN y GRACIA, verdaderos mentores de esta tesis, orientándonos, dirigiéndonos y facilitándonos material de trabajo; asimismo, al Dr. MARTIN LABORDA, Director del Centro de Investigación de Medicina Aeronáutica, y al Dr. SUAREZ CARREÑO, Director del Hospital del Aire, por darnos toda clase de facilidades para el uso de las Bibliotecas de los

Centros; al Profesor GALLEGO FRAILE, Catedrático de Filología Inglesa, que mucho nos ha ayudado en las traducciones; a D. Manuel CASTRO, Profesor de Alemán; finalmente a unos cuantos compañeros: NOVO, Mario ESTEBAN, CARMENA y otros, que nos han facilitado bibliografía.



Biblioteca
de Medicina

II. J U S T I F I C A C I O N

En un intento de poner en claro las auténticas razones de nuestra decisión por el tema de estudio de esta tesis, nos surgen tres interrogantes a los que tratamos de buscar contestación:

¿Por qué ocuparse de la Historia?

¿Cuáles han podido ser las motivaciones personales capaces de inducirnos al estudio histórico de la Medicina Aeronáutica?

¿Seremos capaces de aportar algo útil al presente o al futuro de la Medicina Aeronáutica?

A) ¿POR QUE OCUPARSE DE LA HISTORIA?

El interés didáctico de la Historia es innegable. Los logros de nuestro siglo se erigen utilizando como cimientos, sedimentadas consecuciones de generaciones anteriores. La construcción del avión llevó a término un antiquísimo sueño de la humanidad que se plasmó ya en la leyenda griega y en el diseño de aparatos voladores por Leonardo Da Vinci.

SCHILLER en su discurso de toma de posesión de su Cátedra de Historia de la Universidad de Jena en 1789, de-

cía: "Los hombres actuales podían disponer de todos los tesoros que la diligencia, genio, razón y experiencia habían acumulado a lo largo de los siglos. Pero sólo al estudiar a fondo el pretérito se podía aprender a valorar en su justa medida esa herencia, lo que despertará entre los vivientes no sólo el deseo de transmitir la tradición a la siguiente generación, sino de añadir su aportación... El grande y amplio campo de la Historia proporciona al activo hombre de mundo magníficos ejemplos para su imitación, al filósofo importantes conclusiones, y a todos ricas fuentes de la más noble diversión". (1)

Somos totalmente conscientes de que la Historia es siempre algo que en uno u otro modo alguien ha escrito; pero las mismas cosas pueden presentarse de modo distinto (en cuanto a depuración, conexión, orden), o bajo un aspecto más verdadero y deduciendo de ellas otras enseñanzas, si bien no puede pretenderse descubrir en el terreno de los hechos nuevas latitudes, ni orgullosamente poner punto a lo que no lo tendrá jamás: a los estudios, descubrimientos y reflexiones de los hombres.

B) MOTIVACIONES PERSONALES:

Sin duda nos ha condicionado nuestro especial cariño a la aviación y profesional dedicación a los problemas médicos que plantea, en todo caso convencidos; de que la aviación -que contribuye a hacer la vida al hombre más feliz- precisa del obligado concurso de la Medicina Aeronáutica.

Llegamos a este interrogante después de más de 25 años viviendo en el apasionante ambiente médico aeronáutico y puramente aeronáutico, de tener a nuestra mano una importante bibliografía sobre el particular, de haber tomado parte en varios trabajos de investigación médico-aeronáutica, realizado casi una veintena de comunicaciones,

dado múltiples conferencias y participado en dos Congresos y varias Reuniones y, finalmente, de haber impartido enseñanzas teórico-prácticas médico-aeronáuticas, fundamentalmente sobre temas de O.R.L. aeronáutica.

Para nosotros, amantes asimismo de la Historia, tiene el tema un interés especial; de auténtica fascinación y ferviente estímulo, que induciéndonos a superarnos, da plena satisfacción a nuestra conciencia al permitir que nos sintamos más responsables en el habitual ejercicio de nuestra obligación.

C) ¿SEREMOS CAPACES DE APORTAR ALGO UTIL?

Creemos, y es ésta, sin duda, la justificación de más peso, que no se ha escrito una Historia de la Medicina Aeronáutica de ámbito universal. Cada país ha visto reflejado en sus textos resúmenes históricos, más o menos amplios pero, prácticamente, de su propia historia, olvidando hechos universales contemporáneos trascendentales, o cuando menos, minimizándolos.

Observamos en los contados estudios de tendencia universalista lagunas trascendentales, tales como el total olvido de la Medicina Aeronáutica Rusa. Repasamos estudios históricos donde lo que se hace es una simple enumeración de hechos, no se hace estudio de la Medicina Aeronáutica desde el punto de vista histórico, y hemos constatado, precisamente con más frecuencia en estos trabajos un tanto superficiales, múltiples errores de bulto e imprecisiones de fechas y conceptos.

Existen en España dos trabajos sobre Historia de la Medicina Aeronáutica. Falta en ellos la alusión a la Medicina Aeronáutica Rusa, apenas se trata de Norteamericana y la Inglesa, se ignora la Belga, sólo se hacen contadas alusiones a la Francesa de la época de la

2ª postguerra, que es, sin duda, con la Italiana, la más rica en trabajos y publicaciones y, finalmente, muy poco se refieren a la Española de la época de la aviación a reacción que ofrece importantes aportaciones coincidiendo con la puesta en marcha y desarrollo del Centro de Investigación de Medicina Aeronáutica.

Consideramos, en resumen, que no existe en la literatura española ni mundial, un auténtico estudio universal de la Medicina Aeronáutica siendo éste muy importante para tener una base de común entendimiento y estímulo sobre un problema que ha adquirido gran interés y promete seguir siendo muy importante.

No pretendemos con esto decir que nosotros vamos a ser capaces de hacer a la perfección ese auténtico estudio, pero sí, que lo intentamos, con entrega y con fé, dándonos por satisfechos si al menos logramos avivar la inquietud de otros, capaces de corregirnos, de añadir nuevos datos y de impulsar la Investigación Médico Aeronáutica.

III. PRECEDENTES AERONAUTICOS

A). MITOLOGIA AERONAUTICA:

Al instinto humano, de insaciado dominio y necesidad de eterna superación, le obsesiona de lo más remoto de su existencia, remontarse por el espacio emulando a las aves. Pero, en tanto la posibilidad de volar era solo una expansión de la imaginación, no le queda al hombre más recurso que sublimar sus aspiraciones con la alegoría y el mito.

Leyendas de origen chino e indio principalmente, hacen referencia al empleo, desde 4.500 años a.J.C. de alas mágicas, caballos, hipogrifos, dragones, carrozas y alfombras voladoras, con la común característica de suponer la capacidad de volar, pero sin explicarla.

Las divinidades aladas, tanto como los viajes aéreos, mágicos o fantásticos, abundan en la mayoría de las leyendas antiguas. (2).

Se dice que el emperador chino SHUN (3.000 años a. J.C.), enseñado a volar igual que los pájaros por dos hijas del emperador YAO, pudo salvar su vida valiéndose de dos artefactos en forma de sombrilla, con los que se lanzó desde lo alto de un granero en llamas.

También entre las tradiciones chinas figura en el CHAN MAI KING, libro de las montañas y mares que se remonta a la época de HAN (2.000 años a.J.C.), la descripción de los habitantes del reino fabuloso de KI-KOVANG, que tenían un sólo brazo y tres ojos y que viajaban a la lejanía sobre carros volantes, decorados con iconografía sagrada.

El folklore indio está lleno de leyendas que son traducidas como expresión de antiquísimos deseos del hombre por remontar los aires y se habla con especial acento de VISHNUE, que lograba su propósito montado sobre un gran pájaro de grandes alas.

En la antigua historia de Persia se hace referencia a un rey que vivió 1.500 años a. J.C., que se hizo construir un trono con madera ligera al que iban adosadas unas águilas muy poderosas que le llevaban por los aires y que en uno de los intentos le dejan caer sobre China sumiéndole en un avergonzado fracaso.

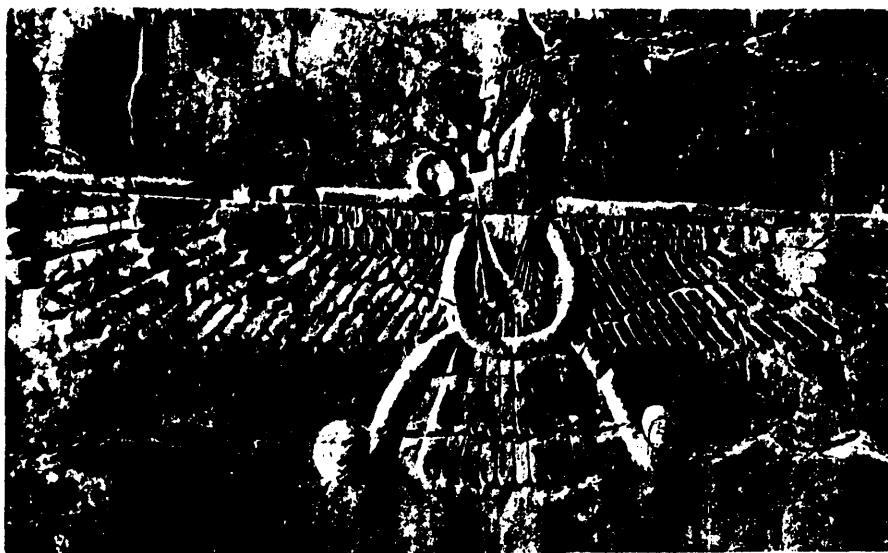


Fig. 1. El rey persa AHURA MAZDA fue inmortalizado en la puerta oriental del Triphon, en Persépolis, vigilando sobre alas a los pueblos sometidos.

IRIS, mensajera de los dioses, citada por HOMERO en La Iliada (siglo IX a. de J.C.) como mensajera de HERA a otras divinidades o a héroes privilegiados, aparece en las monedas de MALLOS representada atravesando los espacios siderales sosteniéndose en el aire con las alas extendidas. En el arte se la representa vestida de larga y amplia túnica, con alas en las espaldas, portando un bastón heraldo en la mano izquierda y una pica en la derecha.

Egipcios, babilónicos, persas, asirios, fenicios, etc., pintan sus divinidades con alas desplegadas. Los ángeles se representan con alas. El profeta ISAIAS describe a los serafines con seis alas.

El poeta romano OVIDIO narra la famosa leyenda de "Dédalo e Icaro", prisioneros en la isla de Creta por la



Fig. 2. Dédalo e Icaro construyen sus alas con plumas pegadas con cera.

ira de MINOS, que les encerró en el "Laberinto" (lugar de sacrificios humanos que se ofrendaban al monstruo marino, dios de Creta), precisamente ideado por el propio Dédalo. DEDALO comprende que su única posibilidad de huida es por los aires y con ayuda de su hijo ICARO construyó unas alas para los dos con plumas de ave que pegaba con cera. En Villa Albani (Roma) existe un bajo-relieve que representa la tarea de construcción de las alas. Sigue refiriendo la leyenda cómo ICARO más inexperto e intrépido se remonta excesivamente al

sol, con lo que se le derrite la cera de sus alas y cae al mar, que toma su nombre de mar de Icaria, y cómo DEDALO consigue llevar a feliz término su empresa, llegando a Camicos (Sicilia).



Fig. 3. Representación del "Mito de Icaro y Dédalo".

Relato mitológico muy semejante se atribuye a HERCULES, y asimismo también, a WIELAND "el herrero" de la mitología germana, que huye de la corte del rey Nidung valiéndose de un traje volador.

Observamos ya cómo en esta época mitológica de la aeronáutica la atención del hombre es preferente y cómo en los relatos se hace referencia a las dificultades, los fracasos y los accidentes.

B). EPOCA TEORICA DE LA AERONAUTICA.

Ya los griegos y romanos se inquietaron en pos de la invención de máquinas voladoras.

En el siglo IV a. J.C., el griego ARQUITAS, político, filósofo y matemático, de la Escuela de Pitágoras

y amigo y discípulo de Platón, construye una paloma voladora de madera que consigue se sostenga merced al aire contenido en su interior, aire que se supone fuera caliente, pues no se disponía de gases más ligeros como el Hidrógeno, no aislado todavía (3).

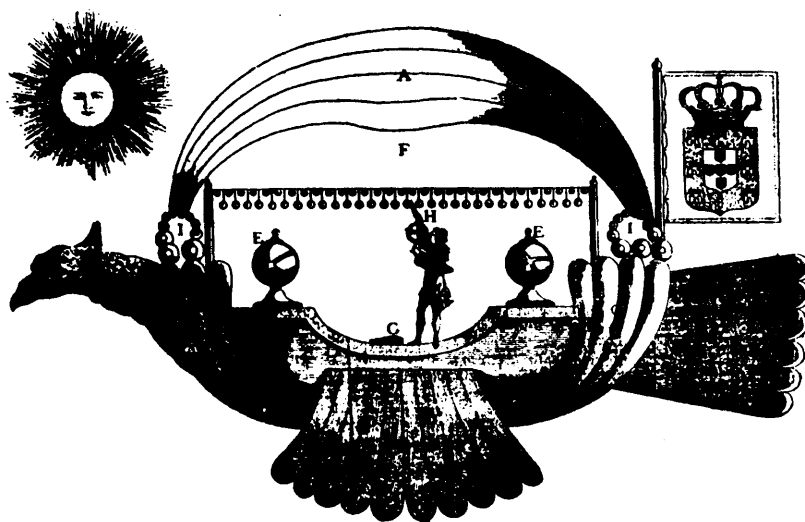


Fig. 4. Paloma voladora de ARCHITAS de Taranto. Siglo IV a. J.C.

ARQUIMEDES (Siglo III a. J.C.), matemático y físico, uno de los sabios más famosos de la época, enuncia en su Libro VIII, sobre Equilibrio de los cuerpos flotantes, el famoso principio que lleva su nombre, según el cual, todo cuerpo sumergido en un fluido pierde de su peso una cantidad igual al del fluido que desaloja. Asimismo, en su Libro V, Equilibrio de los planos, expone los principios de la estática, leyes de la palanca y determinación de los centros de gravedad de las figuras planas. (4) Estos conocimientos han de ser en el futuro de la mayor utilidad práctica en el estudio de la sustentación de aparatos voladores.

SIMON, el Mago, palestino, famoso por sus artes mágicas, hace en los inicios del siglo I relatos fantásticos referentes al vuelo del hombre.

El astrólogo mahometano-español ABEN FIRNAS logra en el siglo IX volar algunos metros, valiéndose de unas grandes alas construidas con un plumaje especial, si bien hubo de desistir al lesionarse de gravedad en una caída.

OLIVER MALMESBURY, monje benedictino inglés, pierde la vida al lanzarse con su máquina voladora desde una torre, en 1060. (5)

De todos modos hasta los comienzos del siglo XIII, época en que se contempló el triunfo de la filosofía escolástica, no se teorizó con seriedad sobre el vuelo humano: ROGELIO BACON (1214-1294), religioso franciscano, filósofo y teólogo, profesor en Oxford, considerado precursor de Galileo y Newton, verdadero asceta y naturalista, presenta peregrinas observaciones y experimentos en su Opus majus, considerada como la obra más científica de la Edad Media. Habla de las máquinas de volar, de los aparatos por los que se puede mover un carruaje sin tiro y hacer andar más rápidamente a las naves con un solo remo. Por su desprecio al escolasticismo, la novedad de sus doctrinas, y la envidia que suscita su talento, se le acusa de magia y hechicería y se le condena a cadena perpetua durante el papado de Nicolás IV, si bien a los diez años (en 1262) queda en libertad por muerte del pontífice.

Se reveló como precursor de los aerostatos al escribir: "Existen posibilidades de surcar el espacio con una máquina aérea compuesta por un gran globo de cobre hueco o de otro material adecuado, de lámina extremadamente delgada para ser todo lo ligero posible. Debe llenarse de aire etéreo o de fuego líquido y lanzarlo luego desde una altura a la atmósfera, donde flotaría como un buque en el agua". (6) Sería la lección de Arquímedes aplicada al medio aéreo.

Sugirió asimismo BACON el diseño de un aparato, ti-

po ornitóptero, más pesado que el aire y propulsado por el batir de sus alas.

Existen referencias, aunque confusas e imprecisas, de un misionero, VASSOU, que datan del siglo XIV, según las cuales, corresponde a los chinos la prioridad del aerostato, al referir el ascenso de un globo sobre Pekín, en 1306, que sería lanzado con motivo de la coronación del emperador FO-KIEN.

En el siglo XV, Juan Bautista DANTE, físico y matemático italiano, inventó unas alas artificiales con las que se elevó varias veces hasta que repitiendo el experimento en Perusa con motivo de unas fiestas, cayó al suelo fracturándose una pierna.

Una especial mención merece la influencia renacen-



Fig. 5. Leonardo da Vinci.

tista italiana, fundamentalmente la aportación del mayor de sus genios, LEONARDO DA VINCI: gran pintor, escultor, arquitecto, músico y pensador, nacido en la aldea de Vinci, en 1452. Dotado de una gran inteligencia, enamorada conscientemente de todos los aspectos de la naturaleza cuyas formas y manifestaciones estudia tratando de reproducirlas y de indagar las leyes de la belleza, el equilibrio y la armonía. Sus ideas sobre el alma y el cuerpo son un refle-

jo de la doctrina que concilia lo sensible con lo espiritual. Su detenida observación de las formas para llevarlas a sus lienzos inmortales, es el origen de su inclinación por las estructuras anatómicas que estudia profundamente, incluso por disecciones.

En sus dibujos al clarión, descubiertos en el siglo XVIII y sus cuatro volúmenes de cuadernos de anatomía, se evidencia su gran conocimiento de la anatomía; expone con perfección la anatomía del corazón, de los pulmones, de los vasos sanguíneos, huesos, etc.

Se le califica de excéntrico cuando compra toda clase de aves en el mercado y las suelta delante de sus extrañados vendedores, lo que hacía para observar atentamente sus evoluciones en el aire.

Establece que el pájaro, que es más denso que el aire, se sostiene y avanza, haciendo que el aire sea más denso por donde pasa el pájaro que por donde no ha pasado.

Investiga el mecanismo del vuelo y establece sus teorías para facilitar al ser humano la conquista del aire.

Estudia con detalle el vuelo de las palomas, fundamentalmente el vuelo helicoidal de la paloma que quiere posarse, las espirales que realiza en el planeo, y la extensión de sus patas en el último instante, movimiento muy semejante al que realizan nuestros aviones al extender su tren de aterrizaje.

Sus observaciones sobre el vuelo de las aves las transcribe en cuatro manuscritos en los que trata: a) El vuelo mediante aletazos; b) El vuelo sin aletazos; c) El vuelo de animales en general; d) El vuelo humano con aparatos.

Trabajó sobre ingenios provistos de alas móviles, pero llegó a la conclusión de que la fuerza muscular del

hombre no bastaba para mantener el vuelo.

Fue el verdadero inventor de la hélice aérea que aplicó a artefactos hechos de papel que se sostenían en el aire por la acción directa de la misma, y que pueden considerarse precursores de los helicópteros actuales.

El éxito de su prototipo de helicóptero le animó a diseñar una máquina mayor, que provista de alas giratorias de 30 cm. fuera capaz de transportar personas. Esta aeronave nunca llegó a construirse, pues DA VINCI se dió cuenta de que ninguna de las fuentes de energía conocidas en aquel tiempo era capaz de elevarla del suelo.

Diseña asimismo un paracaídas cuadrado, más de 200

años antes de que lo experimentara Garnerin, e hizo estudios sobre la resistencia a la caída de los cuerpos. (7)

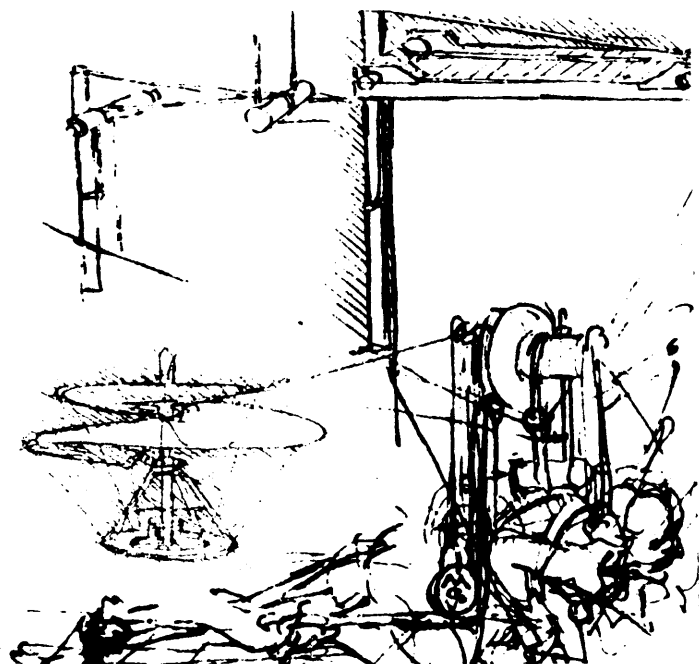


Fig. 6. Diseños de LEONARDO DA VINCI para una máquina voladora y un helicóptero.

La riqueza e interés de sus aportaciones hace que se le considere como uno de los principales precursores de la Aeronáutica.

Esta época teórica de la Aeronáutica toma especial impulso en el siglo XVI,

cuando la dirección dominante de la filosofía es de entusiasmo creciente hacia el estudio de la naturaleza. Coincide esta situación con el extraordinario progreso de la Física y de la Química, tan indispensables para el progreso

de la Medicina.

NICOLAS COPERNICO (1473-1543), polaco, considerado como uno de los creadores de la Estronomía Moderna, es el fundador de la teoría heliocéntrica.

GALILEO GALILEI (1564-1642), físico y astrónomo italiano, ve en las Matemáticas, a las que dedica su principal atención, el verdadero conocimiento de las leyes de la naturaleza.

Se dice que por la simple observación de la oscilación de la lámpara de la catedral de Pisa, en 1583, ideó las leyes del péndulo.

Estudió las obras de Arquímedes, lo que le indujo al estudio de procedimientos de determinación del peso específico de los cuerpos y sobre el centro de gravedad de varios sólidos. Trabaja sobre las leyes del movimiento, la doctrina de las máquinas simples, sobre el principio de la velocidad virtual, el termoscopio y el compás proporcional. Hace importantes estudios telescópicos sobre las estrellas, planetas y el sol, defendiendo las doctrinas de Copérnico, lo que le trajo grandes disgustos, ya que sus ideas sobre el movimiento de la Tierra se consideraron contrarias a lo interpretado, según la lectura de la Sagrada Escritura.

El naturalista y físico italiano FRANCISCO JERZILANA, P. Jesuita (1633-1687), además de idear varias máquinas destinadas a elevar el agua y a apagar fuegos, hace acertadas observaciones acerca de la fuerza y violencia o aceleración de los cuerpos en caída natural.

Ideó varios procedimientos para la construcción de aves mecánicas, capaces de sostenerse en el aire y volar. En su obra Prodomeo ovvero Saggio di alcune invenzioni nuove, describe con gran precisión un proyecto de navegación aérea, siguiendo los principios aerostáticos na-

cidos del de Arquímedes; dice que un cuerpo esférico en el que se haya practicado el vacío tenderá a la ascensión.

Diseñó una barquilla volante suspensiva de cuatro globos, formados por láminas metálicas de un peso que estima en tres onzas por pié cuadrado. Estos globos

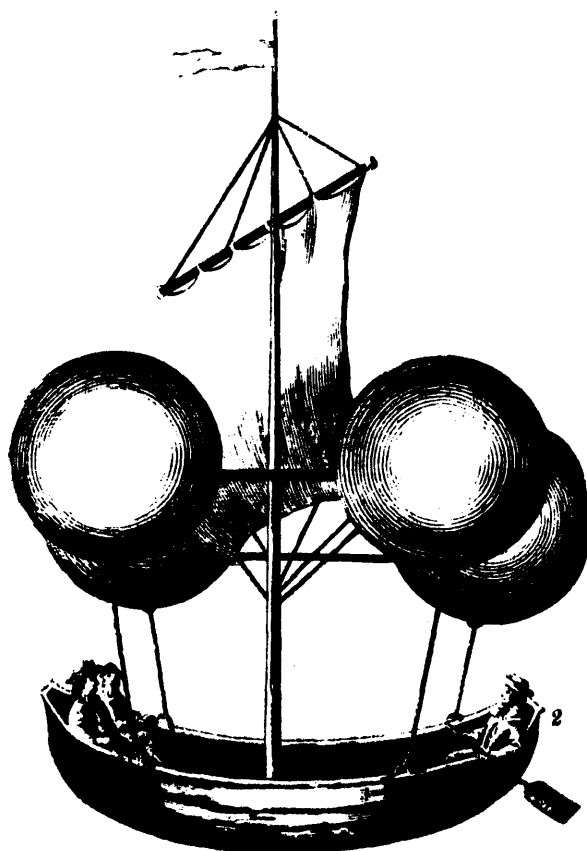


Fig. 7 Proyecto de máquina voladora del Jesuita P. Lana.

irían atados a un barco de madera, provisto de velas y palos. El vacío de las esferas se haría llenándolas con agua y dándole vueltas a la misma en el momento deseado; señala que el empuje de elevación sería tanto mayor cuanto mayores sean las esferas metálicas y que la forma esférica es la que mejor resiste la presión de la atmósfera. Piensa también, en una especie de remos o timones para dirigir la aeronave. (8)

El Médico, filósofo y matemático iteliano, JUAN ALFONSO BORELLI, hijo de soldado español de los ejércitos de Felipe III, escribió su famosa obra De motu animalium publicada en Roma en 1680 (un año después de su muerte). En ella examina las leyes mecánicas del vuelo de las aves, teoría que le da derecho a figurar entre los precursores de la Escuela analista moderna de la aviación (9).

El jesuita portugués BARTOLOME GUSMAO inventó una nave aerostática en forma de pájaro, con la que se lanzó en presencia del rey Juan V desde la torre de la Casa de Judas de Lisboa, en 1709, lo que le supuso el premio de 600.000 reis y la concesión de una canonjía.

IV. PREHISTORIA MEDICO-AERONAUTICA

También podía denominarse EPOCA EXPERIMENTAL DE LA MEDICINA AERONAUTICA o MEDICINA DEL AIRE.

Durante ella se suceden y recogen una serie de experiencias de respuestas fisiopatológicas a las ascensiones a altas montañas, manifestaciones de apreciaciones personales no siempre correctamente interpretadas, pero que ante la reiterada constatación de matices van dando conciencia de la auténtica agresividad del medio ambiente de la altura.

Los conocimientos así adquiridos, complementados y enriquecidos con los descubrimientos del Hidrógeno y del Oxígeno (de final de la época) y de las posibilidades de su obtención en cantidades adecuadas a las exigencias de utilización práctica, van a ser base firme para que pueda erigirse en un futuro próximo y con toda pujanza la auténtica Medicina Aeronáutica.

Entre las antiguas civilizaciones hay pueblos que reverencian a la montaña, que llegan incluso a personificarla en un Dios al que adoran, o a considerarla morada de dioses y colocar en ella altares: Fujiyama, Himalaya, Kwan-Lum, Monte Mandara, etc., son particularmente idolatradas.

Otros pueblos la temen, la consideran morada de espíritus y fantasmas (Babilonios, Persas). En el Mahabharata se afirma que las brujas moran las montañas. En Chi-

na se teme a los espectros de las montañas.

Las ascensiones a las altas montañas no se hacían por temor a lo desconocido y no hay referencias claras de la antigüedad en cuanto a la acción y efectos de las alturas elevadas sobre los seres humanos, ya que posiblemente las alturas alcanzadas no eran suficientes para determinar síntomas llamativos diferenciables de la simple fatiga por el natural esfuerzo.

Hay una cita de ARISTOTELES, según la cual: las personas que ascendían al Olimpo (2.985 m.) con frecuencia enfermaban y debían de respirar a través de esponjas mojadas para poder sobreponerse a los efectos de la ascensión (10).

El veneciano MARCO POLO cruza las montañas del Asia Central en 1298, a una altura de 4.700 m. por la meseta del Pamir, pero de sus relatos no se desprende referencia alguna al mal de altura. Sin embargo, en sus memorias recogidas por su amanuense, el escritor italiano RUSTA PISANO, llamado generalmente RUSTICIANO DE PISA, puede leerse, en el párrafo referente al frío que hubieron de soportar: "Y yo digo a Vds. que el fuego en medio de ese gran frío no es tan brillante, ni tan caliente como en otros lugares, ni es capaz de cocinar las viandas adecuadamente" (11). Este fenómeno hemos de considerarlo a la luz de los actuales conocimientos como motivado por la disminución de O_2 en el aire atmosférico de dicha altura.

Es indudable que este enrarecimiento del aire hubo de producir efectos fisiológicos sobre ellos y el no citarlos puede deberse a que realmente pensaran que todo era debido al frío o a que no quisieran hacer mención a ningún signo de debilidad física.

Existe alguna referencia de que viajeros chinos visitaran antes que MARCO POLO estos lugares: El peregrino

FA-HIAN por el paso de Karakorum de 5.690 m. y HIOUEN-THSANG, que dice haber encontrado picos de altura prodigiosa y que al citar trastornos acaecidos a los viajeros de estas tierras, dice: "Galor en el cuerpo, dolor de cabeza y otras enfermedades peculiares del clima" (12).

No obstante, los relatos de disturbios consecuentes a ascensos y permanencia en las alturas, que empezaron a llamar la atención de fisiólogos y naturalistas, corresponde a los principios del siglo XVI, coincidiendo con las acciones guerreras de los españoles en tierras americanas, con ocasión del cruce de los Andes.

HERNAN CORTES ataca Méjico en 1519, y años después -31 a 34- PIZARRO conquista Chile y Perú. De 1519 a 1522 se realizaron ascensiones al Popocatepell (5420 m.), que son relatadas por el historiador HERRERA sin clara alusión a trastornos específicos.

JEREZ nos relata la expedición de F. PIZARRO desde el Pacífico a Cuzco, con 62 hombres a caballo y 102 de a pie, haciendo mención especial al gran frío experimentado al paso de los Andes.

HERRERA dice, que en 1534, PEDRO DE ALVARADO, emprendió la conquista del Perú, cruzando los Andes probablemente por las proximidades del Chimborazo a unos 4.800 m., que murieron muchos expedicionarios y que las caras de los supervivientes era cadavéricas, habiendo sufrido muchos de ellos de congelaciones y cegueras (13).

Asimismo, en el relato que hace el Inca GARCILASO DE LA VEGA, de los sufrimientos padecidos por el ejército al mando de D. DIEGO DE ALMAGRO en la conquista de Chile, del que murieron la mayor parte de sus hombres, considera al frío motivo fundamental (14).

FAZELLO, en 1541, asciende al Etna (3.300 m.) y menciona sólo la fatiga.

Hay que remontarse al año 1590, fecha en que, de la mano del P. Jesuita español JOSE DE ACOSTA, puede decirse que nace la Medicina Aérea Experimental. Poeta, cosmógrafo e historiador, nacido en Medina del Campo (Valladolid) en 1539, ingresa joven en la Compañía de Jesús. Enseña



Fig. 8 José de Acosta (1540-1600). Pionero español en el campo de las enfermedades de la altitud. (Retrato presentado en 1969 por Luis de la Serna a la "Aerospace Medical División").

Teología en Ocaño, pasa a las Indias Occidentales y llega a Provincial del Perú. A su regreso a España, es Prepósito de la Casa Profesa de Valladolid, Visitador en Aragón y Andalucía y Rector en Salamanca, donde muere en febrero de 1600 a poco de regresar de Roma, a donde había asistido a la V Congregación General de la Compañía, donde fue catalogado como el más sabio de la Compañía de Jesús.

Dejó ACOSTA gran número de escritos entre los que merecen mención especial la obra en que trata

de la Historia de los países donde estuvo: Historia Natural y Moral de las Indias, cuyos manuscritos se conservan una buena parte en el Archivo de Indias de Sevilla.

En su Libro IV, describe el procedimiento de la destilación del azogue y el beneficio de la plata por el azogue, tal como se practicaba en las minas del Potosí.

Fue considerada esta obra como la primera que intentó metodizar con carácter científico la Geografía Física y la Historia Natural del Nuevo Mundo, lo que le valió al au-

tor el dictado de "Plinio del Nuevo Mundo".

Escribió los primeros manuscritos en latín y los últimos en castellano. Se publicaron seis ediciones españolas de esta obra, la última en Madrid en 1792. Fue traducida al francés cuatro veces, varias al inglés (la última en 1604) y una al alemán en 1598.

HISTORIA
NATURAL
Y
MORAL DE LAS
INDIAS,

EN QUE SE TRATAN LAS COSAS
notables del cielo, y elementos, metales, plantas, y ani-
males dellas: y los ritos, y ceremonias, leyes, y
gobierno, y guerras de los Indios.

*Compuesta por el Padre Joseph de Acosta Religioso
de la Compañia de Iesus.*

DIRIGIDA A LA SERENISSIMA
Infanta Doña Isabella Clara Eugenia de Austria.



CON PRIVILEGIO.
Impreso en Sevilla en casa de Juan de Leon.
Año de 1590.

Fig. 9

THE
NATVRALL
and Morall Historie of the
East and West
Indies.

Intreating of the remarkable things of Heaven, of the
Elements, Mettalls, Plants and Beasts which are pro-
per to that Country: Together with the Manners,
Ceremonies, Lawes, Governemnts, and Warres of
the Indians.

*Written in Spanish by Ioseph Acosta, and translated
into English by E. G.*



LONDON
Printed by Val: Sims for Edward Blount and William
Aspley. 1604.

Fig. 10

El P. FEIJOO considera a JOSE de ACOSTA como uno de los más insignes historiadores de América. Dice de él que describe admirablemente, en diferentes pasajes de su obra, el carácter físico y moral de aquella raza, la naturaleza del país, clima, flora, fauna, etc., que da noticias de sus ritos, costumbres, leyes, religión, etc.

Escribió además ACOSTA otros muchos libros, entre los que destacan: De natura novi orbis, Libri duo. (Salamanca,

1589); De procuranda salute indorum, Libri sex (Salamanca, 1588); De promulgatione evangelii apud barbaros (Salamanca, 1588) y otros sobre catecismo y doctrina cristiana.

Estando ACOSTA en Lima cruza los Andes con 15 compañeros de viaje, atravesando los pasos elevados de Pariacaca, de una altitud de unos 15.000 piés. En el Libro III, Capítulo IX de la Historia Natural y Moral de las Indias aparecen trascendentales párrafos que se revelan como el primero en apercibirse de un peligro especial debido a una causa nueva: el aire de los lugares elevados y así, a continuación de una descripción sobre el "Mal del mar", en el que atribuye cierta influencia al aire, escribe:

"... He querido decir todo esto para aclarar un efecto extraño que hace en ciertas tierras de Indias el aire o viento que corre, que es marearse los hombres con él, no menos sino mucho más que la mar. Algunos lo tienen por fábula y otros, que es enrarecimiento esto. Yo diré lo que pasó por mí:

"Hay en Perú una sierra altísima que se llama Pariacaca; yo había oído referir las alteraciones que allí se producían e iba preparado lo mejor que pude, según las informaciones que me dieron los "Vaquianos" o prácticos pero, a pesar de todos mis preparativos, cuando empecé a subir las escaleras, como llaman la parte más alta de esta montaña, fui bruscamente atacado y sorprendido por una enfermedad tan grave y extraña que casi estuve a punto de caer del caballo y aunque íbamos varios, cada uno aceleraba su paso sin esperar que su compañero, por salir presto de aquél mal paraje. Viéndome sólo con un indio, le pedí me ayudase a mantenerme sentado en el caballo. Tuve tantas arcadas y vómitos que pensé que iba a echar el espíritu. Después de vomitar alimentos, flemas y bilis, unas amarillas y otras verdes, llegué a echar sangre... Esto sólo duró tres o cuatro horas, hasta que descendimos bastante abajo y alcanzando una temperatura más adecuada... Nuestro compañero -14 o 15- casi todos exhaustos, algunos de ellos me pedían confesión sobre el camino, creyendo que realmente iban a morir, otros desmontaron y se desplomaron con vómitos y diarreas. Luego me contaron que anteriormente algunos habían perdido sus vidas por estos males. He visto un hombre tendido en el suelo, en un arrebató, gritando por la rabia y por el dolor causado por el paso de Pariacaca. Pero usualmente no hay peligro importante, excepto este trastorno desagradable y molesto mientras dura. Y no es solamente el paso del

"monte Pariacaca el que tiene estas características, sino también toda la cadena de montañas que se extiende más de 500 leguas, no importa donde uno la cruce, siente esta extraña afección, aunque es más fuerte en unos lugares que en otros y más fuerte al ir desde la orilla del mar que desde las mesetas. Yo mismo la crucé: al lado del Pariacaca, por Luanas, Soras, Collegas y por Cuanas, esto es, por cuatro sitios diferentes, y en mis idas y venidas, siempre en estos sitios sentí estos vértigos y angustias que he mencionado, aunque nunca tanto como la primera vez en la Pariacaca y como yo, todos los que han seguido este camino, tienen la misma experiencia... Los animales también, y se paran a veces de tal forma que ninguna espuela les hace avanzar... Toda esta cadena de montañas es prácticamente desértica, sin pueblos ni casas... No hay animales, ni buenos, ni malos, excepto algunas pocas vicuñas (cabras del país)."

144 De la Historia Natural de Indias

primera vez de Pariacaca. La misma experiencia tienen los demás que la han probado. Que la causa desta desdén y alteracion tá extraña sea el viento, o ayre que allí reyna, no ay duda ninguna, porq̃ todo el remedio (y lo es muy grande) q̃ hallá es, en taparse quanto pueden oydos y narizes, y boca, y abrigarse de ropa especialmente el estomago. Porque el ayre es tan subtil y penetrativo, q̃ passa las entrañas, y no solo los hombres sienten aquella congoxa, pero tambien las bestias q̃ a vezes se encalman, de fuerte que no ay espuelas, que basten a mouellas. Tengo para mí, que aquel paraje es vno de los lugares de la tierra que ay en el mundo mas alto: porque es cosa inmésa lo que se sube, que a mí parecen los Puertos neuados de España, y los Pirineos, y Alpes de Italia son como casas ordinarias respecto de torres altas, y así me persuado que el elemento de el ayre está allí tan subtil y delicado, que no se proporciona a la respiración humana, que le requiere más grueso y mas templado, y esta creo es la causa, de alterar tan fuertemente el estomago, y descomponer todo el sueto. Los puertos neuados, o sierras de Europa, que yo he visto, bien que tienen ayre frio, que da pena, y obliga a abrigarse muy bié, pero esse frio no quita la gana del comer, antes la pronoca, ni causa vomitos ni arcadas en el estomago, sino dolor en los pies, o manos, finalmente es exterior su operacion: mas el de Indias que digo, sin dar pena a manos, ni pies, ni parte exterior, rebuelue las entrañas. Y lo que es mas de admirar, acaece aver muy gétiles soles, y calor en el mismo paraje, por donde me persuado, que el daño se recibe de la qualidad del ayre, que se aspira, y respira, por ser subtilísimo y delicadísimo, y su frio no tanto sensible, como penetrativo. De ordinario es despoblada aquella cordillera sin pueblos, ni habitacion humana, que aun para los pastores a penas ay tambos, o choças, dóde guarecerse de noche.

Fig. 11

En ciertos casos su descripción carece de su claridad habitual:

"Hay otros desiertos o lugares deshabitados, que les

148 The Naturall and Morall

in the worlde; for we mount a wonderfull space. And in my opinion, the mountaine *Nevade of Spaine*, the *Pirineus*, and the *Alpes of Italie*, are as ordinarie houses, in regarde of hie Towers. I therefore perswade my selfe, that the element of the aire is there so subtil and delicate, as it is not proportionable with the breathing of man, which requires a more grosse and temperate aire and I belevee it is the cause that doth so much alter the stomacke, & trouble all the disposition. The passages of the mountaines *Nevade*, and other of *Europe*, which I have seene, although the aire be colde there, and doth force men to weare more clothes, yet this colde doth not take away the appetite from meate, but contrariwise it provokes; neyther dooth it cause any casting of the stomacke, but onely some paine in the foote and handes. Finally, their operation is outward. But that of the *Indies*, whereof I speake (without molesting of foote or hand, or any outward part) troubles all the entrails within: and that which is more admirable, when the sunne is hote, which maketh mee imagine, that the griefe wee feele comes from the qualitie of the aire which wee breathe: Therefore that is most subtil and delicate, whose colde is not so sensible, as piercing. All this ridge of mountains is, for the most part, desert, without any villages or habitations for men, so as you shall scarce finde any finall cottages to lodge such as do passe by night: there are no beasts, good or bad, but some *Vicunas*, which are their countrey muttons, and have a strange and wonderfull property, as I shall shew in his place. The graffe is often burnt, and all blacke with the aire, and this desert runnes five and twenty of thirty leagues overthwart, and in length above five hundred leagues. There are other deserts or places inhabited,

Fig. 12

"llaman en el Perú Punas, donde la calidad del aire corta los cuerpos y las vidas de los hombres sin que ellos lo sientan".

"En el pasado los españoles viajaron desde el Perú al reino de China a través de las montañas, hoy van habitualmente por el mar y a veces siguiendo la costa, y aunque esta ruta es fastidiosa e inconveniente, no hay nunca tanto peligro como en el camino de la montaña, en el que hay llanuras en las que al pasar por ellas varios hombres han perecido, otros han escapado con gran suerte, y algunos de ellos quedaron mutilados. En este sitio sopla un viento que no es demasiado fuerte ni violento, pero es tan penetrante que los hombres caen muertos por él, casi sin sentirlo o mutilados sus dedos de las manos o piés; que esto puede parecer un cuento fabuloso y con todo es una cosa cierta".

"Conozco y visito frecuentemente al general Jerónimo de Castilla, primer Administrador de Cuzco, que ha perdido cuatro dedos de los piés, que se le cayeron cuando pasó a través de los desiertos de Chile, porque fueron atacados y penetrados por este ligero viento, y cuando se le ocurrió mirar se le habían muerto y separado de sí mismo, sin sentir ningún dolor, justamente como una manzana madura cae del árbol. Cuenta que de un buen ejército que había conducido a través de este sitio en años precedentes, después de haber sido ocupado por Almagro al que acompañaba, una gran parte de los hombres murieron y que él vió a sus cuerpos caídos a lo largo del desierto sin olor o descomposición... Sin duda es una clase de frío tan penetrante que extingue el calor vital cortándoles sus facultades y también, porque hace mucho frío y no se descomponen los cuerpos muertos, porque la putrefacción necesita calor y humedad".

ACOSTA hace a través de este texto un magnífico relato del "Mal de Montaña", si bien causa un tanto de extrañeza que no haga alusión a la relación de esta enfermedad con los desastres de los ejércitos españoles. Especifica con claridad las causas reales, a la vez que desecha hipótesis equivocadas, y así dice:

"No hay duda que la causa de esta destemplanza y aflicción tan extraña es el viento que allí reina, porque el remedio principal y mejor encontrado es: taparse la nariz, los oídos y la boca, tanto como sea posible y cubrirse con vestidos especialmente el estómago. Porque

"el aire es tan sutil y penetrativo que pasa las entrañas y no sólo los hombres sienten aquella congoja, sino también las bestias que, a veces, se encalman, de suerte que no hay espuelas que basten a movellas".

Hace a continuación una comparación peyorativa de los puertos nevados de España, de los Pirineos y los Alpes y después sigue:

"Y me persuado que el elemento del aire está allí tan sutil y delicado que no se proporciona a la respiración humana, que lo requiere más de uso y más templado, y esa creo es la causa de alterar tan fuertemente el estómago y descomponer todo el sujeto". (15)

Es del mayor valor este relato, habida cuenta de que data de 300 años antes de Lavoisier y Priestley, aún no había nacido Torricelli y Otto Guericke aún no había descrito la máquina neumática.

Treinta años después de ACOSTA, FRANCISCO BACON DE VERULAM, filósofo inglés (1561-1626), precursor de la filosofía empírico-positivista, sostiene que el único camino para descubrir la verdad es la experimentación, seguida de la inducción: dejar que las cosas hablen por sí mismas. Desarrolla la doctrina de su método en su obra: El Novum Organum, aparecida en 1620 y en ella precisamente escribe:

"Los rayos del sol no producen calor en lo que se llama región media del aire (lo que se explica bien en los colegios, diciendo que esta región no está bastante cerca del sol, de donde proceden los rayos, ni de la tierra en donde se reflejan)... Los antiguos ya habían notado que en la cumbre del Olimpo el aire era tan raro que tenían que llevar esponjas humedecidas en vinagre y agua y acercárselas frecuentemente a las narices y a la boca, pues el aire por su rarificación no bastaba a la respiración". (16)

El jesuita portugués ANTONIO de ANDRADE (1580-1634), siendo misionero en Africa, hizo a solas dos viajes al Tíbet desde Cachemira, cruzando el Himalaya, y de su obra Novo descobrimento do Grao Cathayo ou dos reinos do Thibet,

que tradujo al francés e italiano, merece entresacar algunos párrafos que transcribimos:

"Se comienza en una región de montañas elevadas que no se pueden cruzar en menos de veinte días. No hay nada sino rocas, casi siempre cubiertas de nieve. Parcialmente por enfermedad y en parte por una cierta exhalación pestilencial de la tierra, frecuentemente se siente una violenta revulsión interior que mata en un cuarto de hora. Yo atribuyo estas muertes súbitas a la cesación del calentamiento natural que es obstaculizado por el gran frío y, especialmente, por la alimentación pobre". (17).

Es, por otra parte, ésta, época de importantes descubrimientos y estudios físicos trascendentales, como: las leyes del péndulo, los procedimientos para determinar el peso específico de los cuerpos y el centro de gravedad de los sólidos, las leyes del movimiento, etc.

TORRICELLI (1608-1647), físico italiano, filósofo y matemático, continúa en parte los trabajos de Galileo, sobre las leyes del movimiento, construye telescopios muy superiores a los utilizados hasta entonces y pequeños microscopios esféricos. Descubre el fundamento del tubo que lleva su nombre, que le permite determinar la presión atmosférica; midiendo la altura de las columnas líquidas capaces de equilibrarla; se dió cuenta del vacío que se producía al invertir la columna de mercurio y tuvo la idea de experimentar este vacío sobre los seres vivos: utiliza para ello grandes tubos con un ensanchamiento intermedio en el que coloca animales (insectos, pájaros o reptiles) que en la primera situación quedaban entre la superficie del mercurio y el aire exterior y al invertir la columna, también por encima del mercurio pero en zona de vacío, observando a través de las paredes transparentes de los tubos el comportamiento de los mismos.

Formula además TORRICELLI los principios fundamentales de la hidrodinámica, y es su principal obra la Opera geométrica, publicada en 1644.

BLAS PASCAL (1623-1662), filósofo y francés que ya a los 16 años formulara su famoso teorema, sirviéndose de las ideas de TORRICELLI, encarga a su cuñado Perier la verificación en la cumbre del Puy de Dome -en 1648- del famoso experimento sobre la densidad del aire, experimento que le permite constatar: cómo la altura de la columna barométrica disminuye en razón inversa de la altitud del lugar donde es observada.

Continúa PASCAL en años sucesivos con sus experimentos sobre el vacío, contrastando resultado, según: lugar, altura, hora del día, temperatura, saturación del aire y llegando al absurdo del principio de la naturaleza del horror al vacío, señalando como única causa la presión del aire.

En 1649 comprueba PASCAL los resultados del experimento de Perier, con mediciones practicadas en París, en la torre de Santiago. De estas observaciones y otras ulteriores por él realizadas, llega a la evidencia de que la presión atmosférica disminuye a medida que nos elevamos.

También ideó PASCAL la Prensa Hidráulica, y de entre sus muchas publicaciones, merecen ser mencionadas aquí por su relación con nuestro estudio: Traite de l'equilibre des liquers y Traite de la Pesanteur de la masa de l'air, aparecidos ambos al año siguiente de su muerte.

OTTO GUERICKE (1602-1682), físico alemán, realiza notables descubrimientos sobre la naturaleza del aire, la electricidad y la astronomía, los cuales se recogen en su Experimenta Nova, aparecida en 1672. En 1654 inventó la Máquina Neumática o bomba de aire, fabricó un tosco "barómetro" y una máquina de fricción para producir electricidad estática. Con su famoso experimento de las dos semi-esferas de Magdeburgo demostró espectacularmente la presión atmosférica, probando cómo practicando el vacío con

una máquina neumática en el interior de dos semiesferas, previamente unidas, no fue posible separarlas por la tracción en sentido contrario de dos tiros de cuatro caballos cada uno.

Consecuentes experimentos sometidos a distintos grupos de animales a la acción del vacío, mostraron cómo la muerte sobrevinía entre profusos sudores y convulsiones, en un tiempo que oscilaba entre uno y dos minutos, lo que se atribuyó a la parada de la circulación sanguínea consecuente al colapso pulmonar, motivado por la extracción del aire alveolar por la acción del vacío.

Llama la atención el gran interés que muestran los físicos de esta época por el estudio de las condiciones de vacío y el poco por los experimentos con aire enrarecido.

ROBERT BOYLE, (1627-1691), químico y físico inglés, nacido en Irlanda, se trasladó a Oxford en 1654 donde lleva a cabo importantes experiencias sobre neumática, perfeccionando la bomba de aire con ayuda de HOOKE, lo que le permitió experimentar sobre el peso, elasticidad y compresividad del aire, así como sobre el papel del aire en la combustión de los cuerpos y transmisión del sonido.

Los resultados de estos estudios aparecen publicados en el *New Experiments*, (Oxford, 1660), obra en la que, en el Apéndice de su segunda edición, de 1662, formula, siete años antes que MARIOTTE la ley de relación entre Presión-Volumen y Temperatura de los gases.

Sigue BOYLE dedicando su atención a los trabajos sobre el aire hasta su muerte, que acaece cuando estaba preparando la impresión de su trabajo: The General History of the air designed and begun by the honourable Robert Boyle, que vio la luz en 1692.

Entre 1660 y 1691 publicó BOYLE siete Monografías

sobre estudios con la bomba de aire, y una docena de interesantes artículos sobre la respiración en las Phylosophical Transactions de la Royal Society. Estudia la evaporación de líquidos en el vacío, la imposibilidad de conseguir el vacío absoluto, la presión atmosférica, la cantidad de aire que se consume en las calcinaciones, la diferencia entre mezclas y combinaciones, etc.

Aunque no aisló ninguna substancia especial del aire, puede asegurarse que sospechó la presencia del O₂ un siglo antes de su descubrimiento y aislamiento:

"... Debe haber dispersa por la atmósfera una substancia rara, necesaria para la subsistencia de la llama".

En el mismo trabajo (Containing suspicions about hiddeu qualities of the air", 1674), señala que esta substancia es tan necesaria para la vida como para la llama, y sugiere una gran sospecha de alguna "substancia vital", si así puede llamarse, sea un "volatile Nitre", o más bien una substancia anónima "siderea o subterranea". No era para BOYLE la falta de aire el motivo de la muerte, sino el desequilibrio de presiones entre dentro y fuera del pulmón, lo que no permitía su contracción. Para él la sangre se calienta, y podría llegar a la ebullición, al reducirse la presión o, al menos, la circulación se haría imposible.

Su notable Memoria sobre los Physicists of Florence, impresa en 1667, está dividida en 20 Partes y en ella se ocupa: de los pájaros acuáticos, de experimentos sobre serpientes y ranas mantenidas en el vacío, del estudio de la pervivencia en el vacío de gatos recién nacidos -superior a la de gastos adultos-, de la comparación de tiempos necesarios para matar animales en el agua y en la máquina neumática, de la formación de abundantes burbujas en la sangre sometida al vacío, del estudio del acostumbramiento de los animales al efecto de la rarefacción del aire, de los

insectos sometidos al vacío, etc.

Estudio BOYLE la relación entre la presión atmosférica y la cuantía de los gases disueltos en la sangre, trabajos que fueron publicados en 1670, en: New pneumatical experiments about respiration. Se vale para sus estudios de corderos a los que consigue extraer el aire disuelto en la sangre y otros líquidos orgánicos, demostrando la tendencia de los gases a escaparse de la sangre bajo una atmósfera enrarecida (18).

En 1671, el italiano ALFONSO BORELLI, que destaca por sus estudios sobre la dinámica respiratoria, describe las sensaciones desagradables experimentadas por él en una expedición al Etma; habla de una especie de efervescencia de la sangre y otros humores.

Surge ante estos resultados una nueva hipótesis para explicar la muerte de los animales sometidos a atmósferas más o menos enrarecidas: la de que los gases disueltos salía del medio líquido en el momento de la descomposición en forma de burbujas, obstruyendo los vasos, fundamentalmente los cerebrales.

Experimentos de principios del siglo XVIII del italiano GIOVANNI FRANCESCO CIGNA, trabajando con gorriones en dos cámaras con el mismo grado de enrarecimiento, pero renovando en una el aire aunque manteniendo el enrarecimiento y en la otra no, observa cómo en la que no se renueva el aire los gorriones mueren y no en la que se renueva. CIGNA piensa que la causa de la muerte no está en el enrarecimiento del aire, sino en la condensación de vapores y en el aumento de la densidad que este aire va adquiriendo con motivo de la respiración, y dice: que si el enrarecimiento fue la causa de la muerte del animal, éste hubiera acusado los efectos desde el principio. No vendría la explicación clara a estos fenómenos hasta el aislamiento del O_2 del aire por PRIESTLEY, 1774, y se conociese su función en las combustiones orgánicas.

A principios del siglo XVIII, el francés AMADEO FRANCISCO FREZIER que visita las costas de Chile y Perú, habla de ricas minas del interior y del origen de los metales:

"Es cierto que fuertes exhalaciones emanan de las minas, los españoles que viven en ellas están obligados a beber muy frecuentemente mate, la hierba del Paraguay, para humedecer los pulmones y prevenir así una especie de sofocación. Incluso los mineros que pasan a través de estos sitios, aunque menos abruptos y montañosos que otros, están obligados a descansar casi a cada momento para recuperar la respiración. Pero estas exhalaciones son mucho más evidentes dentro de las minas; tienen tanto poder sobre los cuerpos no acostumbrados a ellas que un hombre que entre un momento, sale como tullido... Los españoles llaman a este mal "quebranta-huesos"..." (19).

PEDRO de MUSSCHEMBROEK (1692-1761), físico holandés, estudió Medicina, Física y Matemáticas. Hizo importantes estudios de Física experimental, referentes a las atracciones magnéticas y a la refracción de la luz, indicando sus leyes. Inventó el pirómetro y el condensador eléctrico en forma de botella de Leyden. Se doctora en Medicina con la Memoria de Aeris præsentia in humoribus animalium, que contiene descripciones bastante atinadas sobre el aeroembolismo. Dice MUSSCHEMBROEK:

"Colocamos un conejo en un recipiente de cristal y por medio de una bomba neumática sacamos todo el aire; el animal estaba al principio inquieto, resoplaba, se hinchó, sus ojos protuían, se defecó... y, finalmente, murió. Todo sucedió en medio minuto, y todo el cuerpo del animal había perdido su aire y estaba desinflado. Cuando abrimos el pecho, encontramos los pulmones colapsados, sólidos, más pesados que el agua".

"Todo el cuerpo del animal se hincha en el vacío porque el ventrículo y los intestinos contienen mucho aire que, cuando no es comprimido por el peso de la atmósfera, se expansiona en todas las direcciones como resultado de su elasticidad y distiende el abdomen. Pero la sangre y los otros humores tienen aire inelástico mezclado que, cuando no está comprimido, se expansiona, recobra su elasticidad y distiende los vasos, así que el cuerpo del animal se hincha por todas partes, especialmente los ojos cuyos humores contienen mucho aire" (20).

Según su descripción, la muerte de los animales en el vacío ocurre como resultado de la detención de la circulación de la sangre, debido al colapso de los pulmones de los que el vacío ha sado todo el aire, además de que los gases que escapan de la sangre obstruyen los vasos, especialmente del cerebro.

En experimentos realizados en pájaros pudo observar MUSSCHEMBROEK que soportaban mejor el aire rarificado, pero que no eran capaces de resistir un aire enrarecido en $3/4$. Podían volar, pero no hasta cualquier altura; tenían una altura máxima, primer concepto de "techo de vuelo".

Una Comisión científica con la presencia más representativa de los académicos franceses BOUGER y LA CONDAMINE, a los que acompañaban los también científicos franceses GODIN y JUSSIEN, llega en 1736 a América del Sur, para medir, en Quito, un arco de meridiano, con objeto de comprobar la teoría de Newton, de la gravitación universal. El entonces rey de España, Felipe V, apoyó la empresa, designando para acompañarles a dos jóvenes oficiales de Marina: JORGE JUAN y ANTONIO ULLOA, de 21 y 19 años respectivamente. ULLOA, como consecuencia de su permanencia en América, nos legaría posteriormente dos importantes obras: Relación histórica del viaje a América..., publicada en 1748, y Noticias de América, publicada en 1772, además de que fue el primero que trajo el platino a Europa. (21)

En una de las excursiones ascendió ULLOA con LA CONDAMINE y BOUGER al alto del Pichincha (Perú), donde permanecieron tres semanas a una altura de 4.860 m.

De las Memorias de BOUGER, transcribe PAUL BERT (22):

"Todos fuimos al principio considerablemente molestados por la agudeza del aire, aquéllos de nosotros con los pulmones más sensibles, sintieron más la diferencia y tuvieron ligeras hemorragias que, sin duda, se deben a que la atmósfera con su peso menor no ayuda con su compresión a los vasos suficientemente para retener la sangre... Personalmente yo no sentí que esta inconveniencia aumentase mucho cuando después ascen-

"dimos aún más, quizá porque yo estaba ya aclimatado,
"o porque el frío previene la expansión del aire...
"Varios de nosotros cuando estaban ascendiendo, sin-
"tieron desfallecimientos y fueron atacados por vómi-
"tos... más, por la fatiga que por la dificultad de
"respirar... Sentimos a veces un frío muy severo,
"cuando el termómetro indicaba sólo una graduación mo-
"derada.

En otro escrito BOUGER, dice:

"Pasamos tres semanas, en agosto de 1737, en la cum-
"bre de Pichincha. El frío allí era tan penetrante que
"uno de nosotros empezó a sentir síntomas escorbúticos".

LA CONDOMINE transcribe en dos volúmenes el conteni-
do de su Diario y dice, entre otras cosas:

"Don Antonio de Ulloa, mientras ascendía con noso-
"tros, sufrió un desmayo y tuvo que ser llevado a una
"cueva próxima. Personalmente yo no sentí dificultad
"al respirar... La tendencia a sangrar por las encías,
"de la que yo estaba afectado, creo no sería atribui-
"ble al frío de Pichincha, puesto que el mismo sínto-
"ma me atacó de nuevo cinco años después en Cotchesqui,
"cuyo clima es templado".

La información más interesante es, sin duda, la su-
ministrada por ULLOA, ya que relata no sólo los síntomas
que experimentan los escaladores circunstancialmente, si-
no también, los que son consecuencia de estancia durade-
ra en ciertos lugares de la Cordillera de los Andes, ha-
ciendo aquí por vez primera sugerencias terapéuticas del
clima de altura:

"Aquéllos que no están acostumbrados a frecuentar
"estos lugares, están también expuestos a otras inco-
"modidades, además del frío es el mareo del "Puna" del
"que es raro no ser atacados".

Aprecia ULLOA la semejanza con el "mal del Mar" y
dice:

"Es una enfermedad completamente análoga a la que
"se siente en el mar, muestra todos los síntomas y si-

"que el mismo curso: zumba la cabeza, se siente mucho calor y aparecen penosas náuseas seguidas de vómitos biliosos, las fuerzas disminuyen, el cuerpo se debilita, aparece fiebre y la única comodidad que se siente es al vomitar. Algunos se debilitan tanto que llegarían a intranquilizarse si no estuvieran seguros de que la molestia no era más que este mareo.

"Esto dura uno o dos días, tras lo cual, la salud se restablece. Esta inconveniencia es mayor o menor según la constitución natural de las personas, pero pocos escapan. Cuando alguien lo ha sentido una vez, es raro que sea atacado de nuevo al pasar por Puna viniendo de bajas regiones o de cualquier región en la cual hay una alta temperatura..." (23)

Dos páginas más adelante de su mismo texto de Noticias de América, dice:

"Se ha observado en estos climas otros síntomas a los cuales están sujetos los animales. Tan pronto como pasan de las llanuras a estas elevaciones o "Punas" como de regiones elevadas a cumbres que las rodean, la respiración se hace difícil para ellos que a despecho de las diferentes pausas que hacen para respirar, caen y mueren allí".

Desecha ULLOA la idea, tan corriente en Bolivia y Chile, de las emanaciones de los minerales enterrados, como causantes de tales disturbios, y las discute:

"Las personas que han venido recientemente a este clima, también experimentan algo similar a lo que dije para los animales; al andar sienten sofocación que les fuerza a descansar largo tiempo, esto les sucede aún en tierras llanas, por tanto no puede ser debido a otra causa que a la sutileza del aire. Cuando los pulmones se han acostumbrado a esta atmósfera, la molestia desaparece; sin embargo, aún experimentan algunas dificultades al respirar cuando ascienden alguna pendiente; esto es inevitable, pero no se siente igual en otros países donde la atmósfera tiene una densidad regular".

"Esta ligereza del aire es favorable a aquéllos que son asmáticos en un sitio denso. Este asma se conoce con el nombre de ahogo o sofocación, es por esto que los que son atacados en países más bajos, suben a las montañas, aunque no se recuperan por completo... Aquéllos que lo padecen a grandes alturas, se encuentran

"bien en terrenos bajos. Tal cambio de aire es un alivio
"vio cierto en esta clase de enfermedades..."

"La dificultad de respirar se nota también en cierto grado en las regiones altas de la provincia de Quito, pero allí es menos dolorosa, sin duda, porque este país está en El Ecuador o muy cerca de él, mientras que el otro está muy lejos. La conclusión es que las Punas o cumbres del Perú son menos frías y el aire menos cortante que en otros países. Pero se debe hacer notar que esto que se ha dicho para Cuenca y el valle es general para todas las tierras que se extienden hacia el sur.

"Para que estos detalles puedan ser mejor comprendidos, debo hacer observar que lo que se llaman Punas en el Perú, se llama Páramo en el reino de Quito".

No se puede achacar todo a la fatiga, puesto que en otro párrafo dice:

"He visto a los jinetes tan enfermos como a los de a pie..."

Discute adecuadamente el papel del frío como causa:

"Ciertamente no pueden atribuirse estos trastornos al frío, porque si fuera ésta la única causa, estos males serían comunes en todos los países fríos. Debo por ello prevenir de las propiedades del aire, sea por su ligereza o por alguna otra cualidad que no conocemos... Algo de esto se siente en las montañas elevadas de Europa y en otras cadenas montañosas; es peculiar de personas delicadas, pero estos síntomas no son tan aparentes o serios, e incluso tan generales como en las regiones de América. Lo que se siente en Europa proviene solamente de la rarificación del aire y del frío de las alturas, dos circunstancias que bien pueden producir efectos nocivos."

Habla también ULLOA del padecimiento por las bestias de carga, oponiéndose a la idea reinante en América del Sur, de la motivación por emanaciones metálicas venenosas de la tierra: por sulfuro, antimonio, arsénico, etc., reafirmando en la idea de que: "debemos creer que es debido todo solamente a la extremada rarefacción del aire". (24)

LOMONOSOV (1711-1765), científico ruso dedicado al estudio del aire, la Meteorología y la Aeronáutica, analizó el movimiento del aire en las minas, ciertos fenómenos aéreos procedentes de la energía eléctrica y la fuerza elástica del aire. Dió explicaciones referentes a las auroras boreales, corrientes aéreas ascendentes y descendentes y comportamiento del aire caliente en su ascenso. Ideó un pequeño helicóptero en 1754 para el estudio de las capas del aire, que presentó a la Academia de Ciencias con el nombre de Máquina Aerodinámica: Ascendería por movimiento horizontal de las alas, impulsadas por una espiral de reloj, el aire se comprimiría hacia abajo y la capa ascendería a las capas superiores dispuesto con una dotación adecuada de instrumentos meteorológicos. (25)

Dentro de este periodo, por su trascendencia en el avance de la aeronáutica en general, ha de hacerse especial mención a grandes progresos fisiológicos y físico-químicos, fundamentalmente en lo que hace referencia al descubrimiento del Hidrógeno, del Oxígeno y de la función respiratoria.

Ya en 1667 ROBERT HOOKE, filósofo, físico y mecánico inglés relata en la Philosophical Transactions, cómo mantener vivos a los animales insuflando sus pulmones con fuelles; establece que no es el movimiento de los pulmones esencial para la vida, sino el paso a través de ellos de un suministro continuo de aire fresco, proponiendo construir un pulmón artificial, con lo que un animal puede mantenerse vivo por la simple exposición de la sangre al aire puro, sangre que retorna al cuerpo.

Asimismo, en su obra Tractatus de Corde, Amsterdam, 1669, el anatómico inglés RICHARD LOWER, expone: que la sangre venosa cambia a color carmesí al exponerse al aire fresco. Concluyendo que el aire libre contribuye a la sangre con algo que es esencial a la vida. (26)

Experimentos del físico y químico J. MAYOW, publi-

cados en Opera omnia Physico-Médica en 1681, demuestran que: "cuando un animal respira en un recipiente invertido sobre el agua, el volumen del aire disminuye progresivamente" (27), y los del botánico y fisiólogo inglés ESTEBAN HALES, 1727, que explican cómo: "una bujía al arder en un determinado recipiente cerrado duraba un minuto y absorbía 54 pulgadas cúbicas, mientras que una rata en iguales condiciones duraba diez horas y sólo consumía 45", establecen procedimientos cuantitativos en la investigación de la respiración que, sin duda, han de ser un incentivo de estímulo a los estudios experimentales de PRIESLEY y LAVOISIER. (28)

El químico y físico inglés HENRY CAVENDISH (1731-1810), nacido accidentalmente en Niza, dedica sus primeros trabajos al estudio del calor, apareciendo su primera publicación: Experiments ou Arsenic en 1764. Dos años más tarde -1766- presenta a la Royal Society su importante comunicación: Factitions Air, en la que da a conocer la extrema ligereza del aire inflamable.

Poco después expone las principales propiedades del anhídrido carbónico, determinando su densidad.

Demuestra asimismo CAVENDISH que el agua es una combinación del desflogisticado (Oxígeno) con el flogisto (Hidrógeno).

Descubre el ácido nítrico y un método para medir la densidad de la tierra, evaluándola en 5,45, cifra que sigue dándose prácticamente por buena.

Realiza también CAVENDISH experimentos con instrumentos astronómicos y eléctricos, y entre sus otras publicaciones merece mencionarse aquí: New Experiments ou air, 1785, Experiments to determine the density of the Earth, 1798, y sus Obras Completas Cavendish Society's Works, aparecidas en 1846. (29)

Si bien ya PARACELSO, en el siglo XVI, había observado que ciertos metales mojados con 'ácidos diluídos despedían un gas, éste no fue reconocido como combustible hasta el siglo XVII por TURQUET de MAYERNE, siendo LEMERY quien en 1700 observó que su mezcla con el aire era detonante.

CAVENDISH observa que cuando se formaba este gas, mediante un ácido diluido y zinc, hierro o estaño, la cantidad obtenida variaba según con que metal se operase. Este gas fue confundido con el óxido de carbono y con el gas de los pantanos.

En 1766 MARQUER y DE LA METHERIA notaron por primera vez que se formaba agua cuando H ardía, pero que además se formaban otras sustancias. CAVENDISH en 1781 demostró de modo muy evidente, que el agua es el único producto formado en la combustión del H, mediante el aire o el O_2 , y que cuando arde una mezcla de dos volúmenes de H con uno de O_2 la totalidad de los dos gases se convierte en agua. Posteriormente, en 1783, LAVOISIER, en virtud de esta propiedad, nomina a este gas "Hidrgenium" -engendrador de agua- (30).

Si bien ya SULBACH en 1489 y JUAN REY en 1630 habían descrito el aumento de peso de los metales, sobre todo del mercurio, cuando se calientan en contacto con el aire, y el desprendimiento de un gas, al calentar fuertemente la cal de mercurio (Óxido de mercurio), lo cierto es que no les fue posible su aislamiento. Posteriormente, en 1675, JUAN MAYOW indicaría que sólo una parte del aire se unía a los metales, no siendo oído por prevalecer la teoría del flogisto. Son separadamente el químico sueco SCHEELE en 1772 y el también químico inglés PRIESLEY en 1774, los descubridores del gas posteriormente llamado "Oxígeno".

SCHEELE le obtiene haciendo actuar el calor solar, concentrando los rayos mediante una lente, sobre el óxido rojo de mercurio contenido en un espacio cerrado.

PRIESTLEY lo logra calentando el precipitado rojo (óxido de mercurio) obtenido tratando el mercurio por el ácido nítrico y calcinando el nitrato resultante. Se dió perfectamente cuenta PRIESTLEY de que el gas no sólo lo mantenía la combustión, sino que también activaba el proceso de la respiración. Le llamó gas deflogisticado, y dice que es cinco o seis veces mejor que el aire común para los procesos de respiración, inflamación, etc.

CHEELE, que posteriormente lo obtiene no sólo a partir del óxido de mercurio, sino a partir de otros óxidos metálicos -plata, oro- y del nitro, y por la acción del sulfúrico y del fósforo sobre la manganesa, no da a conocer su descubrimiento hasta 1777 en una Memoria publicada en alemán: Von del luft und der fener (del aire y del fuego), llamándole Aire del fuego.

LAVOISIER, en 1781, tira por tierra la teoría del flogisto, exponiendo su decisiva intervención en los procesos de combustión y respiración, y da a dicho gas el nombre de Oxigenium -engendrador de ácidos-. Dice LAVOISIER que en la combustión no se pierde flogisto, sino que se gana aire o algo que hay en el aire, y afirma que la función respiratoria es una combustión (31).

Con este escaso pero ya muy importante bagaje de conocimientos, nacidos de una sagaz intruición y asentados en una tesonera experimentación, cerramos esta época, abriendo una nueva que comienza con el descubrimiento del globo.

Esto no significa que dejen de ser útiles los estudios fisio-patológicos realizados en las ascensiones y permanencia en las montañas, al contrario estos van a ser utilísimos como base y complemento de los realizados en las ascensiones en globos y posteriormente en aviones y a ellas repetidas veces nos referiremos.



V. LA MEDICINA AERONAUTICA EN LA ERA DEL GLOBO

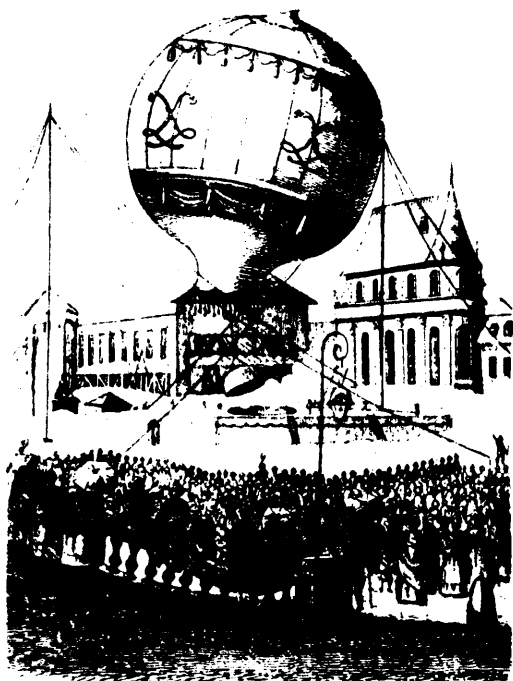
En Avignon, noviembre de 1782, JOSEPH MONTGOLFIER, fabricante de papel, estaba meditando al lado del fuego cuando, acaso inspirado por la obra de PRIESTLEY Observations on different kinds of air, se da cuenta de cómo se eleva el humo y el aire caliente. Hace un elemental globo de tela, le llenó de aire caliente y le vió elevarse oscilando hasta el techo.

En la primavera de 1783, en colaboración con su hermano ETIENNE, construyen un enorme globo de tela forrado de papel en forma de esfera y de 90 piés de circunferencia. Este globo, el día 4 de junio es inflado con aire caliente de una gran hoguera de lana y paja, soltado se

eleva a unos 2.000 m. en el centro de Annonay ante la estupefacción y alegría de un gran grupo de espectadores.

Como es lógico toda idea de elevarse en la atmósfera se asocia en primer lugar al recuerdo del Jesuita P. LANA que ya en el siglo XVII, -conocedor de los trabajos del P. ACOSTA-, en su proyecto de navegación tripulada, no olvidaba al hombre como ser vivo y los problemas para la pervivencia del mismo en una atmósfera enrarecida, preocupándose de calcular convenientemente el peso y cuantía del vacío para que la aeronave encontrase su zona de equilibrio dentro del campo respirable de la atmósfera.

No se hace esperar el primer experimento de fisiología aeronáutica y el 19 de noviembre del mismo año de 1783, en presencia de los reyes de Francia, fue lanzado



Levent. Montgolfiere non Versailles mit einem Schaf, einem Huhn u. einer Ente

Fig. 13. Primera ascensión
con animales vivos

desde los jardines de Versailles otro nuevo aerostato construido asimismo por los hermanos MONTGOLFIER a instancias de la Academia de Ciencias de París, y en el que viajaban un pato, un carnero y un gallo. El globo asciende a 1.500 pies, realiza un vuelo de tres kms. y regresa sin que la tripulación sufra alteración alguna. Desde el punto de vista médico, habida cuenta de la escasa altura alcanzada, el experimento puede parecer faltar de interés, pero abre el paso al posible envío de seres humanos, y posteriormente sería consi-

derado como el nacimiento de la Fisiología aeronáutica.(32)

Días antes, el 27 de agosto, el físico JACQUES CHAR-

LES con ayuda de los artesanos mecánicos, hermanos ROBERT, prueba la potencia ascensional de un nuevo gas recientemente descubierto, "Aire inflamable" -Hidrógeno- lanzando un globo lleno con él y que estaba construido de seda impermeabilizada con barniz de goma, logrando un vuelo de 25 kms.

Sugestionada la idea de enviar un hombre al espacio y se piensa en servirse de un condenado a muerte que sería liberado si sobrevivía. Enterado de estos propósitos el

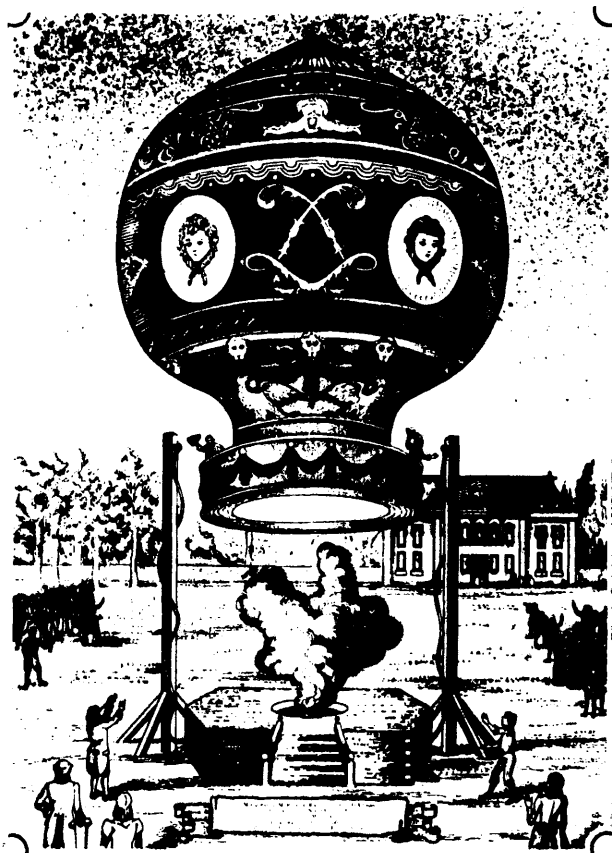


Fig. 14. Montgolfier de Pilatre y el Marques Arlandes. Lanzado el 21 Nov. 1783.

joven físico francés PILATRE DE ROZIER, protesta la idea alegando que ese gran honor no le pertenece a un condenado y se ofrece él mismo que, después de intentos fallidos y pequeñas ascensiones en globos cautivos, echando llama y humo se eleva en vuelo libre en compañía del Marqués de ARLANDES, desde los jardines de la "Muer-te" de París, el 21 de noviembre de 1783 en el mismo globo de Versailles reconstruido y con el aditamento de una galería alrededor de la base. Volaron en él durante 25 minutos, cruzaron todo París, alcanzando alturas de 900

metros y aterrizaron a unos 10 kms. sin experimentar molestia física, "entre le Moulin des Merveilles y le Moulin Vieux". Es la primera vez en la Historia que el hombre ha dejado la tierra para adentrarse en la atmósfera, y el control fisiológico que comienza con esta primera ascensión

puede ser considerado como el esbozo del papel que se impondrá a la Medicina Aeronáutica.

De las Memorias escritas por el Marqués de ARLANDES merece reproducirse parte del diálogo sostenido por los dos aeronautas durante el trascurso del vuelo:

"... La máquina según el público se elevó con majestuosidad. Yo estaba sorprendido por el silencio y miedo que había producido entre los espectadores nuestra partida... Al elevarse tiré mi pañuelo y me dí cuenta del gran movimiento que había producido entre los asistentes al jardín de la Muerte... Me dan pena esos seres que hemos dejado abajo en situación menos agradable que la nuestra. Cogi una escobilla y me puse a atizar el fuego y cuando volví la cabeza ya no vi el jardín de la Muerte; eché un vistazo sobre el río y ví el punto de la confluencia del Oise... Poco después nos encontrábamos entre la Escuela Militar y los Invalidos... Me dí cuenta de que el fuego se extendía y dije a Pilatre que era preciso descender. Me contestó que estábamos sobre París. No importa, le dije. Calculando el fuego que nos quedaba decidimos atravesar París" (33).

Recientes investigaciones del ruso RODNYKH sacan a la luz un manuscrito de SULAKADZEV titulado Vuelo en Rusia desde 906 a. J.C., cuya autenticidad refrendan autores posteriores, principalmente KORZINKIN, y que describe los intentos rusos por el vuelo, en el que se incluye una descripción, según la cual, en 1731 KRYAKUTNOI con un saco inflado a modo de balón con humo pestilente, al que ató cintas, subió hasta un campanario, salvándose al sujetarse de la cuerda de una campana. (34)

Ahora bien, es justo reseñar que los MONTGOLFIER no permanecían en el aire más que a discretas alturas y durante poco tiempo por lo que la ascensión en ellos no sería para el organismo humano causa de disturbios patológicos. Estos empezarían a hacer su aparición con el empleo de los globos de hidrógeno.

Es el físico CHARLES en compañía del joven ROBERT, quienes se elevan el 1º de diciembre del mismo año de 1783 en un globo de H, en peligrosas condiciones por el riesgo



Fig. 15. El globo de Hidrógeno (F.A y Cartografía E. del A.)

de inflamación. Su aerostato contaba con todos los elementos de un globo libre; se había en él barnizado su envoltura para asegurar su impermeabilidad y llevaba válvulas de escape y lastre. El vuelo duró dos horas en las que recorrieron 64 kms., aterrizando a 43 de París. Este mismo día, CHARLES vuelve a ascender solo, después de la puesta del sol, alcanzando la altura de 3.000 m. en menos de 1/4 de hora, para aterrizar 35 minutos más tarde.

El siguiente relato corresponde a su ascensión que, a diferencia de las realizadas a las montañas, es más rápida, pero en ella no interviene el factor fatiga por esfuerzo muscular:

"En mitad del inexpresable rapto de tal éxtasis contemplativo, volví en mí por un extraordinario dolor en el oído derecho y glándulas maxilares, lo que atribuyo a la expansión del aire contenido en las cavidades celulares del organismo. El dolor fue más violento al "pisar tierra". (35)

La situación creada hace evidente la necesidad de una adecuada protección del hombre que asciende en el espacio, en la medida de que pueda contrarrestar la incidencia agresiva de las distintas capas de la atmósfera sobre su fisiologismo. A partir de entonces, ciencia Aeronáutica y Medicina Aeronáutica han de evolucionar totalmente emparejadas y el progreso de los artefactos voladores tripulados va a verse frenado por los disturbios fisiopatológicos que va a sufrir el hombre en sus evolucio-

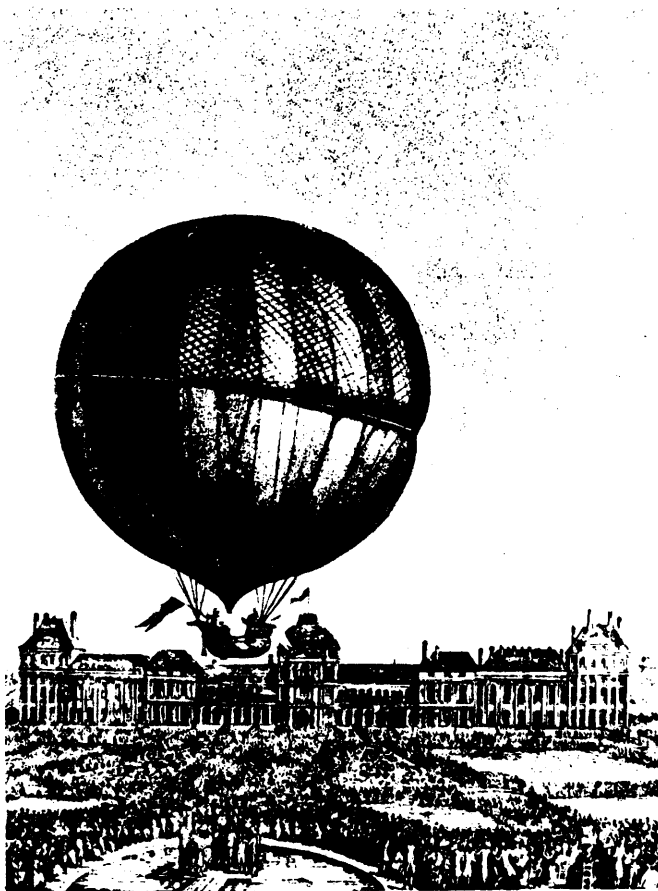


Fig. 16 Ascensión de Charles y Robert (primera ascensión con H) el 19.XII.1783 hecha en Paris ante más de 800.000 personas. (E. Fotografía y Cartografía E. del Aire. Cuatro Vientos. Madrid).

nes, vencidas y soslayadas las ingerencias perturbadoras, podrá seguir siendo factible el progreso de la Aeronáutica, en cuanto al logro de más altas cotas y amplitud de evoluciones.

Las ascensiones se prodigan. En enero de 1784, se eleva en Lyon un aerostato con PILATRE DE ROZIER, J. MONTGOLFIER y cinco pasajeros más.

En Junio del mismo año sube la primera pasajera, la Sra. THIBBE y lo hace recitando poesías.

Bajo la dirección de JEAN PIERRE BLANCHARD y VICENZO LUNARDI, las ascensiones se convirtieron en el espectáculo favorito al aire libre. El intrépido capitán italiano V. LUNARDI, Agregado de Embajada del Reino de Nápoles en Londres, realiza la primera ascensión en noviembre de 1784, en la propia capital ingresa, acompañado de Mr. RIGGIN y de la actriz LETICIA ANN SAGE, llevando a bordo tan solo un termómetro.

JOAN JEFFRIES, si bien nacido en Bostón, estudia Medicina en Inglaterra. Se interesa por las ascensiones aeronáuticas con la idea de estudiar la atmósfera, y de acuerdo con BLANCHARD realiza en los años 1784 y 85 dos ascensiones en globo. En la primera arrojó a su amigo Arodi



R.^o DEL CAPITAN D'VICENTE LUNARDI.

Nació en Lucca el día 11 de Enero de 1759, fue Secretario del Príncipe de Caracciolo, Embaxador de Nápoles en la Gran Bretaña en cuyo país fue el primero a construir un globo en Londres, y lleno de aire inflamable subió a los 25 de Setiembre de 1784 por cuyo mérito se le concedió el grado de Capitán. Hizo en Inglaterra y Francia 12 viajes aéreos, pero los más famosos fueron los que hizo en la plaza de Armas de Roma en propiedad. Ha visitado varias veces en Paderna y de en Nápoles a personas del Rey hermano de S.M. D.^o

Fig. 17. Caballero del Aire.

Thayer un mensaje escrito, que se conserva en el Snell Museum de Física en el Amherst College y que se considera el primer Correo aéreo. Lleva en este primer viaje consigo un termómetro, un higrómetro, un electrómetro y seis recipientes de cristal cerrados que contenían agua destilada.

Durante la hora y 21 minutos de vuelo observó variaciones en el higrómetro, mientras no pudo apreciar ninguna en el electrómetro.

Los cambios de temperatura oscilaron desde $+ 10,5^{\circ}\text{C}$ a $- 2,2^{\circ}\text{C}$, y la presión barométrica descendió de 750 hasta 637,5 m.m. de Hg, lo que corresponde a una altitud de 3.000 m. Los recipientes de agua fueron vaciados y después tapados herméticamente, para el ulterior análisis del aire contenido en ellos.

La segunda ascensión tuvo la finalidad de atravesar el Canal de la Mancha, hazaña que realizó en compañía de BLANCHARD desde Douvres hasta cerca de Calais, precisamente en la mañana, fresca pero clara y con viento favorable, del 7 de enero de 1785. A los pocos minutos de la ascensión avistan ya la costa de Francia y con los movimientos de rotación del globo se brindan a sus ojos de forma alternativa las costas de Francia e Inglaterra. A la hora y 50 minutos el globo comienza a descender, por lo que han de arrojar dos sacos de lastre. A las dos horas y 15 minutos sufren un violento descenso que les obliga a lanzar

buena parte de su equipo, con lo que sólo consiguen un li-

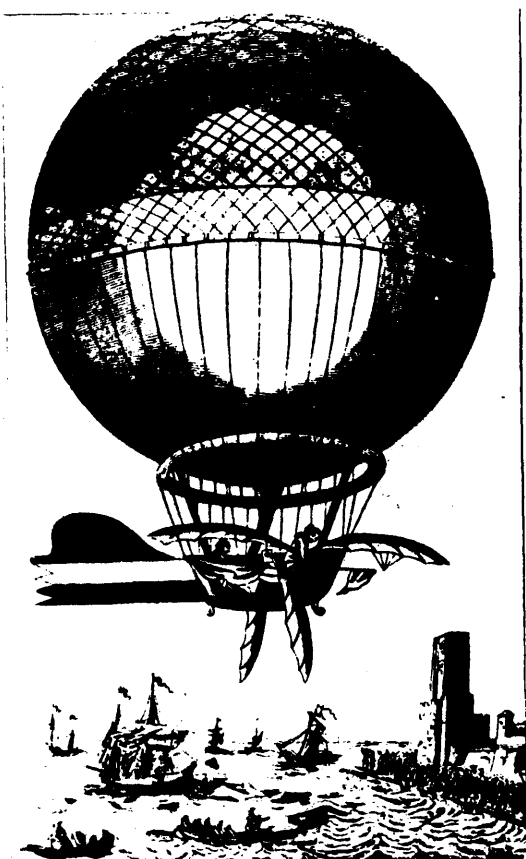


Fig. 18. Blanchard y Jeffries. Primer paso en globo del Canal. 7-1-1785.

gero ascenso y su caída al mar, a pesar de que se han desposeído de sus propias vestiduras, parece inevitable.

Según DOLLFUS, Historia de la Aeronáutica, sólo les quedaba la camisa y los chalecos salvavidas. JEFFRIES ofrece su propio sacrificio, pero BLANCHARD no acepta, y en este momento una corriente ascendente eleva de nuevo el globo, quedan ya sólo tres o cuatro millas para lograr el objetivo y a las tres horas de su partida, franquean las costas de Francia entre Gris-Nez y Blanc-Nez. El viento que arrecia les arrastra hacia un bosque próximo a Calais y quedan retenidos pen-

dientes de las ramas de los árboles, descendiendo a tierra firme donde han de permanecer durante algún tiempo solos, desnudos y ateridos de frío. (36)

Publica JEFFRIES en 1786 un libro sobre investigación médico-aeronáutica, en el que estudia la composición del aire atmosférico de la altura.

Con esto se ha convertido JEFFRIES en el primer americano en volar, en publicar un libro de Aeronáutica, en estudiar científicamente la composición del aire superior, en llevar correo aéreo y en realizar un viaje transoceánico.

En la Historia de la Aeronáutica hacen su aparición los accidentes, y el entusiasmo se ve frenado. Son las

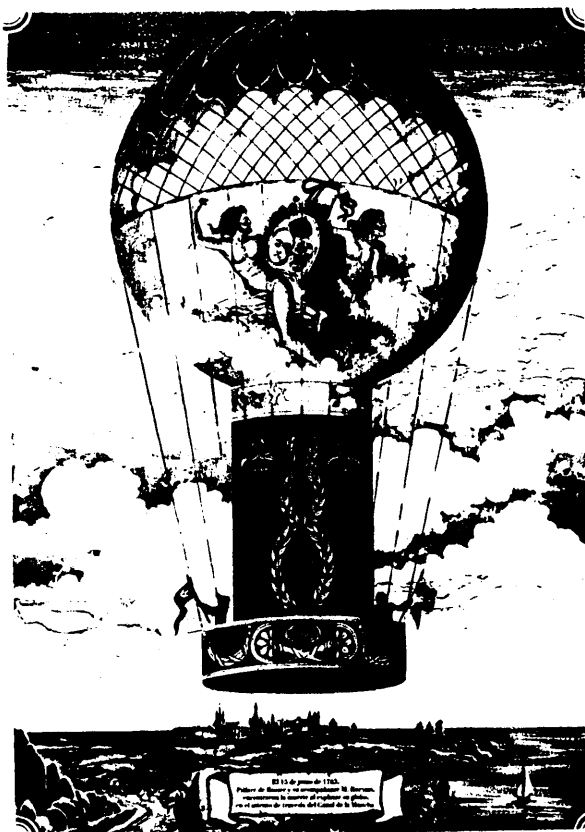


Fig. 19 Globo en el que, Pilatre de Rozier y Romain, intentan pasar el Canal de la Mancha. 15-VI-1785.

unos minutos (37)

En noviembre de 1785, en una de las ascensiones de BLANCHARD, se recogen datos de interés médico. Se eleva a 10.400 m. y refiere un frío muy intenso, parestesias y sueño peligroso. Dice que en menos de dos minutos estaba a 4.500 piés.

En España, aparte de un intento del francés BOUCHE que terminó con caída y graves quemaduras, partiendo de Aranjuez en 1784, es el capitán LUNARDI el primero en volar por su cielo. En presencia del rey Carlos IV, M^a Luisa, demás familia real y mucho público, se elevó en los jardines del Buen Retiro de la villa y corte de España, el día 12 de agosto de 1892, finalizando su viaje junto al pueblo de Daganzo, a unos 30 kms. de Madrid.

primeras víctimas de la Aerostación PILATRE de ROZIER y el físico ROMAIN, que se habían elevado en un doble globo -uno de H y debajo otro de aire caliente- el 15 de junio de 1785, ascendiendo hasta 400 m., momento en que se les incendia la aeronave, sin duda por la proximidad del fuego con H. peligro que, aunque advertido por CHARLES no fue tomado en consideración por PILATRE. El globo y sus ocupantes son precipitados contra el suelo, precipiendo ambos ocupantes en el accidente. PILATRE aparece con el cuerpo destrozado y ROMAIN, menos destrozado, sobrevive



Fig. 20 Primera catástrofe aérea. Incendio del Montgolfier de Pilatre de Rozier y de Romain. VIMERAUX. 15-6-1785.

En este acontecimiento argonáutico no estuvo ausente el espíritu investigador de los españoles, y así, por orden del Duque de la Roca, el capitán LUNARDI llevó a bordo: un barómetro, un termómetro y un higrómetro que le sirvieron para tomar datos físicos en las distintas alturas. También en distintas botellas, hubo de captar muestras del "aire superior", tomando a distintas alturas en botellas que eran vaciadas del agua que contenían en el momento oportuno y cerradas herméticamente.

En la Gaceta de Madrid del 8 de enero de 1893 se hace referencia al resultado del análisis químico del aire

contenido en una botella de las recogidas por LUNARDI a 952 metros, estudio que fue realizado a instancias del Duque de la Roca. (38)

En 1794 dos médicos barceloneses: FRANCISCO SALVA y CAMPILLO y FRANCISCO SANTPONTS y ROCA, hicieron elevar un globo sin tripulantes. (39)

El 8 de mayo de 1800, el Dr. FRANCISCO BOVER presentó una Comunicación ante el Claustro de Profesores de la Facultad de Medicina de Barcelona, que versó sobre: "Uso de los globos Aerostáticos aplicados a la Medicina". En ella justificaba su aplicación terapéutica, porque, sin duda, la respiración de un aire más puro curaría muchas enfermedades. Analiza las tres circunstancias fundamentales crea-



Fig. 21.

das por la ascensión: el movimiento, el frío y la mutación del aire.

El movimiento desencadenaría su acción roborante e hipersecretora, facilitando la función digestiva. Recuerda que ya Avicena afirmó que los hombres podrían abstenerse de médicos y medicinas si a su debido tiempo hicieran uso preciso del ejercicio y el trabajo.

Estudia la acción del frío y de la alta atmósfera sobre el cuerpo humano que, en su sentir, eleva el tono vital y disminuye la excesiva sensibilidad, produciendo

una respiración más veloz, un pulso más pequeño y una mayor agilidad y energía.

Hace un estudio de la composición del aire de altura, que define como sutil, fluido y elástico, compuesto de un 28 % de O_2 y 72 % de gas azóico. Habla de las propiedades del O_2 , esencial para la vida y que comunica a los seres vivos alegría y explica la aplicación del mismo a los enfermos tuberculosos.

Resume, afirmando, que el baño de aire de altura semejante al de alta montaña ha de ser un gran remedio para la Medicina y la Moral. (40)

Las ascensiones adquieren más emoción combinadas con los descensos en paracaídas; después de que ANDRE-JACQUES GARNERIN consiguiera su primer largo descenso desde el cie-

lo de París en 1797.

A comienzos del siglo XIX la técnica aerostática está ya perfilada; los globos son cada vez más grandes y decorados; los vuelos se hacen más frecuentes y ambiciosos en sus pretensiones. Verdaderas dinastías: los Green, los Sadler, los Godars, dominan a la perfección la práctica de los "más ligeros que el aire".

Gran interés médico tiene la dramática ascensión aerostática del Conde italiano FRANCISCO ZAMBECCARI, realizada la noche del 7 al 8 de octubre de 1803, acompañado del Dr. GRASETTI y de PASCAL ANDREOLI. Después de un ascenso rápido, el Conde y GRASETTI fueron presa de persistentes vómitos seguidos de pérdida de conocimiento, permaneciendo entretanto ANDREOLI bastante consciente aunque no pudo hacer lecturas del barómetro, ya que la luz de su linterna se extinguía por el excesivo enrarecimiento del aire ocasionado por la creciente altura. El descenso fue totalmente descontrolado por pérdida de facultades físicas de los argonautas y terminó con caída al Adriático, de donde por fortuna fueron rescatados aunque con importantes lesiones que exigieron la amputación al Conde de tres dedos del pie. (41)

El químico y físico francés JOSE LUIS GAY-LUSSAC (1778-1850), bajo los auspicios de la Academia francesa de Ciencias, con objeto de estudiar los movimientos de la aguja magnética a medida que ésta se eleva del suelo y de realizar observaciones termométricas, efectuó, en 1804, en compañía de BIOT, una ascensión en globo a 4.000 metros de altura, viaje que repitió solo, tres semanas después, elevándose hasta 7016 metros.

Pudo comprobar GAY-LUSSAC que en la altura no variaban las fuerzas magnéticas, el aire era más seco y la presión variable. Tomó muestras para el análisis del aire y en el relato de sus Memorias, referente a la ascen-

sión a más de 7.000 metros, escribe:

"Las sustancias higrométricas se secaban como el papel y el pergamino, la respiración y la circulación de la sangre se aceleraron a causa del notable enrarecimiento del aire, mi pulso llegó a 120, en lugar de 66 y el cielo a esta altura adquiere no matiz azul muy oscuro, casi negro, cercado al aeronauta en un silencio absoluto y solemne". (42)

Denomina GAY-LUSSAC a este cuadro sindrómico "mal del globo".

Un nuevo accidente cuesta la vida a BLANCHARD en 1809 y su mujer, también intrépida aeronauta muere también en accidente aerostático diez años después.

Los rusos atribuyen el primer vuelo científico, en globo, a su compatriota ZAKHAROV que afirman presentó un raport del mismo a la Academia de Ciencias de San Petersburgo en 1804, describiendo un vuelo de tres horas y 3/4, a una altura de 2.200 m., en el que, según su unilateral información, estudió la energía solar, los efectos magnéticos en la altura, la evaporación, la luminosidad de la altura a través de prismas y los efectos de la reducción del aire que producen en el hombre a 2.000 m. efectos sobre la audición, sin alterar pulso, respiración, ni otras constantes.

También refieren los rusos la ascensión en 1805 de KASHINSKII, cirujano militar, y la creación por él de un equipo de balonistas, y el empleo del globo con fines militares contra los franceses en 1812. (42)

Entretanto y en sucesivos años, los conocimientos de fisiopatología de la altura reciben importantes aportaciones como consecuencia de ascensiones a diferentes montañas.

El naturalista suizo HORACIO BENEDICTO SAUSSURE (1740-1799), se dedica con gran ahinco y tenacidad a conseguir el

ascenso al MONT-BLANC. En septiembre de 1785 hizo un intento con M. BOURRIT y su hijo, consiguiendo alcanzar los 1900 fathoms (1 f. = 1,8287 m.), pero les detuvieron las nieves. Al año siguiente comisionó a BALMAT que en junio encontró el verdadero camino después de varias noches en la montaña, descendiendo medio muerto de frío y fatiga a Chamonix, donde fue atendido por PICARD, al que informó de su descubrimiento y ofreció tomar parte con él de la gloria del ascenso. Ambos, el 9 de agosto de 1786, conquistaron la cumbre de la montaña más alta de Europa. PICARD se afectó tanto por la fatiga y enrarecimiento del aire que se vió obligado a tumbarse antes de la cima, ascendiendo solo BALMAT, que volvió luego a buscarle para llevarle a la cresta y descenderlo seguidamente cegado por el refulgor de la nieve.

Al año siguiente -agosto 1787- SAUSSURE realiza la ascensión con éxito, recogiendo observaciones de gran interés fisiológico, referentes al número y caracteres de las pulsaciones, color de la atmósfera a 4.833 m. y punto de ebullición del agua.

Al mes siguiente asciende SAUSSURE a Mont-Cenis, al Col du Geant -3.360 m.-, a Monte Rosa y a Mont Cervin. Relata SAUSSURE estas expediciones con gran minuciosidad en su obra: Voyages dans les Alpes, su obra más importante por su interés científico y el encanto y colorido de sus descripciones, que fue publicada en Ginebra en 1796.

De su ascensión a más de 4.800 m., refiere:

"Después de dar quince pasos tenía que descansar.
"De ordinario descansaba de pié, apoyado en mi bastón,
"pero cada tres veces tenía que sentarme. Esta necesidad de descanso era inevitable; probaba dominarla,
"pero mis piernas fallaban... El cansancio que el enrarecimiento del aire produce es invencible, cuando
"alcanza su máximo, no permite dar un paso más, ni ante el peligro más inminente" (43)

Ahora bien, las descripciones de BORELLI -1671-

SCHEUCHZER -1708-, y especialmente de SAUSSURE -1787- se limitaban a exponer los síntomas experimentados en sus ascensiones a altas montañas, sin dar explicaciones referentes a los efectos del enrarecimiento del aire. Es la primera teoría sobre los efectos de dicho enrarecimiento la de HALLER -1788-, según la cual, al reducirse la presión atmosférica, había menos presión sobre el cuerpo, lo que determinaría la expansión de los vasos periféricos y el que la sangre fluyera de los órganos internos y del cerebro a la periferia, produciéndose anemia cerebral y dolor de cabeza en la altura (44).

FEDERICO ENRIQUE VON HUMBOLDT -1769-1859-, naturalista alemán, sale de España en 1799 para América española. Hizo una gran expedición por América del Sur. Permaneció en 1802 varios meses en las altiplanicies de Quito, bajo la vigilancia de los gigantescos picos de Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo y Antixana.

Hizo en mayo y junio ascensos al Chimborazo y Antixana que relata en dos cartas escritas el mismo día. La primera la dirige a Delambre y hace referencia al ascenso al Chimborazo:

"Se creía hasta ahora en Quito que 2.470 fathoms era la mayor altura en que el hombre podía resistir la rarefacción. En el mes de marzo de 1802 pasamos unos días en las grandes planicies que rodean el volcán de Altisana a 2.107 fathoms, donde el ganado cuando se persigue (se caza) frecuentemente vomita sangre... El 16 de mayo exploramos sobre las nieves una pendiente por la que ascendimos a 2.773 fathoms, el aire contenía allí 0,218 % de O_2 ... El termómetro marcaba 13°, no hacía frío, pero la sangre brotaba de nuestros labios y ojos".

"En la expedición que hice el 23 de junio -1802- al Chimborazo, probamos que con paciencia puede uno soportar la rarefacción mayor del aire. Cruzamos 500 fathoms más altos que la Condemine y llevamos instrumentos en el Chimborazo a 3.031 fathoms, viendo el mercurio del barómetro bajar a 13 pulgadas y al termómetro marcar 1,3°. Nuestros labios sangraron de nuevo. Los indios nos abandonaron, como es habitual.

"El ciudadano BOMPLAND y M. MONTUFAR, de Quito, fueron los únicos que resistieron. Todos sentíamos malestar, debilidad, deseo de vomitar, que ciertamente se debe en estas regiones, tanto a la falta de O₂ como al enrarecimiento del aire. Encontré sólo 0,20 de O₂ a esta inmensa altura."

La otra carta está dirigida a su hermano Vilhelm y en ella habla principalmente del ascenso al volcán Antisana:

"... Sobre nuestra jornada al volcán Antisana, el tiempo fue tan favorable que ascendimos hasta 2.773 fathoms. A esta altura el barómetro cae a 14 pulgadas y el enrarecimiento hace salir la sangre de nuestros labios, encías, y aún de los ojos; sentimos una gran debilidad y uno de los que nos acompañaba, se desmayó... Conseguimos aproximarnos a unos 250 fathoms de la cumbre de la inmensa columna del Chimborazo... Ascendimos a 3.031 fathoms y sentimos las molestias del mismo modo que en Antisana... Dos o tres días después de volver a la llanura, continuamos sintiendo disconfor que sólo podemos atribuir al efecto del aire de estas regiones elevadas, un análisis del cual dió 20 % de O₂".

Treinta y cinco años después VON HUMBOLDT vuelve sobre el relato de estas ascensiones, extendiéndose sobre los síntomas fisiológicos, teorizando:

"A 15.600 piés, todos los indios menos uno nos abandonan... que sufrían más que nosotros... Quedamos cuatro... Todos empezamos a estar muy molestos... El deseo de vomitar se acompañaba por accesos de vértigos y era más doloroso que la dificultad de respirar... Nuestras encías y labios sangraban, la conjuntiva ocular en todos estaba cargada de sangre... Una vez sobre el volcán de Pichincha, sentí, sin ninguna hemorragia, un dolor tan intenso en el estómago, acompañado de vértigos, que mis compañeros me encontraron tendido en el suelo y sin sentido. La altura era solo de 13.800 piés (4.480 m.)... Pero sobre Antisana, a 17.022 piés MONTUFAR sangró profusamente por las encías. Todos estos fenómenos varían según la edad, constitución, delicadeza de la piel y esfuerzo muscular previo; sin embargo, hay para cada individuo una especie de medida... Según mis observaciones, aparece en los Andes en hombres blancos cuando el barómetro ha alcanzado 13 o 14 pulgadas". (45)

Asimismo, con motivo de la Revolución Hispano-Americana

cana que terminó con la independencia de las Colonias españolas. En América del Sur, varios millares de hombres de las tropas contendientes cruzaron los Andes por ciertos pasos habitualmente poco o nada transitados.

La permanencia en estos aires rarificados hubo de dejarse sentir sobre ellos, pero los historiadores no repararon suficientemente en la verdadera causa de los estragos padecidos, sin duda obsesionados en justificarlo todo por la acción del frío, la excesiva fatiga y la falta de alimentos.

El General San Martín se entrega a la empresa de liberar Chile y Perú y organiza en Mendoza -1814-17- el ejército de los Andes, compuesto de 5.200 hombres. Con él, en enero de 1817 acomete la travesía desde Mendoza a Santa Rosa, por una altura superior a los 4.000 m. y el 12 de febrero obtiene la victoria de Chacabuco.

El historiador francés N.G. HUBARDO, describe en su Histoire Contemporaine d'Espagne, 6 volum. 1864-69, (París):

"La expedición presentó tan grandes dificultades...
"Un gran número de personas murieron de frío en el aire rarificado y frígida atmósfera a través de la que tenían que pasar... Al dejar Mendoza tenían 9.281 mulas, de las que sólo llegaron al otro lado de los Andes 4.300, y de 1.600 caballos sólo sobrevivieron 500".(

El historiador alemán GEORG GOTTFRIED GERVINUS, describe en su Histoire du XIX siècle (París 1865), con motivo del paso a través de los Andes Colombianos en 1819, por las tropas al mando de Simón Bolívar, de Venezuela a Nueva Granada:

"El camino marcado por los huesos de las numerosas víctimas que murieron durante estos cruces... aquéllos que vencidos por el cansancio y frío se abandonan a sí mismos, en la peculiar pereza de la que el viajero por lugares elevados es fácil presa, caen en un sopor que les roba fuerzas (emparamados) y los lleva a la muerte". (47)

El historiador español MARIANO TORRENTE en su Historia de la Revolución Hispano-Americana (Madrid, 1829), hace también referencia a los sufrimientos de los ejércitos al cruzar los Andes Peruanos, en los términos que entresacados transcribimos:

"Cuando se cruza la cordillera de los Andes del Perú usualmente se sufren dos enfermedades: espasmos y náuseas. Lo último es lo más común, especialmente para aquéllos que vienen de abajo, de las tierras calientes a lo largo de la costa. La sutileza del aire en estas atmósferas impide la respiración y la hace muy laboriosa, aumenta el pulso, la velocidad de la circulación, produce intenso dolor de cabeza y hace a los vasos de la sangre aumentarse... la víctima desafortunada perece con salida de sangre por la boca, ojos y nariz. Esta sofocación verdadera ataca también a los animales, principalmente si se les aumentan las cargas y se apresura su ritmo... Parece que las venas de los metales preciosos y del antimonio, que corren a lo largo del territorio del Perú, son la causa de la combinación atmosférica tan injuriosa para la salud... esta náusea se conoce en el país con el nombre de "soroche"..."(48)

El inglés BRIAN HODGSON (1800-94), residente en Nepal alcanza las fuentes del Ganges en 1819 y en sus Memorias relata:

"Experimentábamos una gran dificultad en respirar y esta peculiar sensación, constante en las grandes elevaciones donde no hay verdor, que yo no había sentido nunca en ningún sitio tan gravemente como sobre las tierras nevadas, aún cuando yo ascendí más alto... El mercurio alcanzó 18,854 pulgadas a 53° F., así que la altura era de 12.914 piés -3.935 m.-..." (49)

El alemán EDUARDO F. POEPPIG, viajero y naturalista, sube en 1829 al volcán de Antuco y de allí a Lima y por las cordilleras a la región de Nainas donde vivió dos años. De su paso por el Cerro de Pasco a 4.352 m., relata que muchos viajeros no se atreven a afeitarse mientras están bajo los efectos de la Puna.

Trata de explicar las reacciones a la altura de los individuos de diferentes razas y temperamentos y da algu-

nos consejos terapéuticos, admitiendo cierto grado de aclimatación para los europeos y que, aún para los nativos, no existe una falta de afectación absoluta, especialmente en las noches frías.

"Las piernas apenas sostienen el cuerpo; las rodillas tiemblan y todo lugar de descanso parece bueno para no seguir adelante. Es un martirio seguir monte arriba".

Observa que las bestias de carga presentan los mismos síntomas que las personas, pero no los perros, que los gatos son raros en estos lugares y que si tienen crías difícilmente llegan a desarrollarse. Asimismo, que las gallinas apenas existen y que raras veces llegan a empollar. (50)

El naturalista inglés CARLOS ROBERTO DARWIN (1809-82) enrolado en un bergantín "Beagle" con el Capitán FITZ-REY, se dispone a explorar las costas de Patagonia, Tierra del Fuego, Chile, Perú y algunas islas del Pacífico. Vuelve a Inglaterra en 1836 donde estudia Ciencias Naturales y prepara diferentes libros, entre los que hay que destacar el que dedica al estudio del origen de las Especies.

Su diario aparece como tercera parte del relato de la expedición, publicado por FITZ-REY en 1839, con el título "Journal of researches... Beagle round World", del que se publica una nueva edición en 1849 y otra en 1884, ésta vertida al catalán, se publicó en 1879 en el Diari Català de Barcelona, con el título: "Historia Natural y Geología del viaje del Beagle". En sus relatos está contenida la descripción de cómo en 1839 cruzó los Andes de Santiago a Mendoza a través del paso del Portillo a 4.360 metros, De entre sus párrafos entresacamos:

"En caso de enfermar del "Mal de Montaña" se presentaban a menudo pérdidas de conocimiento (sin fiebre), "sensación de frío intenso, y de manos y pies muertos, "el pulso latía a 108 y hasta 120 por minuto... Lo único que sentía era una opresión ligera en la cabeza y

"en el pecho, parecida a la que se percibe a la salida de una habitación caliente y exponerse al aire helado. Pero en esto se percibe mucho de autosugestión pues al llegar a un punto más alto y encontrar algunas conchas fosilizadas, mi alegría fue tan grande que me olvidé la Puna. Los habitantes de estos parajes recomiendan como remedio las cebollas. Personalmente nunca encontré nada que combata mejor la Puna que el "fossil".

Habla que el sueño no es reparador, que no se puede guardar reposo y que los accesos más intensos de asfixia aparecen durante la noche (51).

El físico inglés TYNDALL, entusiasta montañero de los Alpes, asciende por primera vez a Mont Blanc en 1857 y de sus relato entresaca PAUL BONT:

"Me acosté sobre una cama de granito y nieve y en seguida me quedé dormido, pero mi compañero me despertó diciéndome que le había asustado. Escuché durante minutos y no pude oír su respiración... A la sensación de fatiga se unían las palpitaciones, a veces con tal intensidad, que nos atemorizaba... No podía dar sin detenerme más de quince o veinte pasos". (52)

En el mismo año de 1857 FERNET, utilizando el efecto de los cambios de Presión Barométrica, prueba que el O_2 y el dióxido de Carbono se mantienen en la sangre por una afinidad química. Extrae los gases de la sangre por diferentes vacíos, agita a continuación esa sangre en recipiente cerrado con O_2 y CO_2 a diferentes presiones y mide la cantidad de estos gases absorbidos.

JOURDANET, médico francés establecido en México, expone en 1861, sus criterios referentes a la naturaleza y mecanismo del "Mal de Montaña", como consecuencia de su observación en las subidas y permanencias en las montañas mejicanas; estudia el comportamiento del hombre en la alta montaña.

En sus estudios se ve enfrentado con dos problemas fisiológicos, relacionados con la altitud, problemas que más tarde se van a plantear en Aeronáutica: el de la re-

sistencia a la anoxia y el de la aclimatación.

Opina JOURDANET que cada m^3 de aire en la altura contiene menos O_2 que a nivel del mar, con lo que la sangre no tiene suficiente O_2 para vivir, llegando a la conclusión de que el O_2 no es sólo una solución física en la sangre, sino también química. En su libro Los efectos de la presión atmosférica en la vida humana. Condiciones climáticas en la montaña y altas cotas, sienta por vez primera la teoría de la anorexia, escribiendo:

"Los síntomas de la enfermedad de Montaña -vómitos, "mareos- no son otra cosa que la anemia en el cerebro "por carencia de O_2 en la sangre arterial". (53)

En el progreso aerostático de los rusos se señala la ascensión, sólo, de una mujer, Sra LL'INSKAYA a una altura de 600 m., con un globo lleno de humo y paja, y la construcción, en 1851, por ARKHANGEL, de un globo capaz de ser dirigido.

De 1821 a 1852 CHARLES GREEN verificó sin accidentes 504 ascensiones aerostáticas, contribuyendo más que nadie a popularizar el nuevo deporte, además de que realizó, en 1836, el primer vuelo a larga distancia: Londres-Alemania (750 kms. en 18 horas).

En 1849 los austriacos emplearon los aerostatos con fines bélicos, lanzando sobre la situada Venecia un centenar de globos portadores de bombas, si bien que el viento retornó gran parte de ellos a sus propias líneas.

Con el aumento de los techos comienzan las referencias hechas por los balonistas a los síntomas de la "Enfermedad de altura" que consideraban efecto del aire enrarecido, aceptando la teoría mecánica, lo que, por otra parte, impulsa a la construcción de cámaras de hipo e hiperpresión, con las que intentaron tratar múltiples enfermedades.

El ruso JUNOD construye en 1835 una esfera de cobre de 1,3 m de diámetro con capacidad para un hombre sentado, que utiliza para experimentos y tratamientos de hipopresión, por producción de cierto grado de vacío, estableciendo que la reducción de $\frac{1}{4}$ de atmósfera produce bloqueo de oídos, aumento de frecuencias de pulso y respiración, aumento de aflujo de sangre a la cabeza, aumento de la expansión de gases de las cavidades del cuerpo y disminución de la actividad secretora de las glándulas salivales y de los riñones. (54)

Al año siguiente, el francés PRAVAT, ensaya una cámara bastante similar, pero para usarla en experiencia de hiperpresión.

KATOLINSKII hace, en 1862, el primer sumario ruso sobre fenómenos fisiológicos por enrarecimiento del aire, y afirmó que la reducción de la presión barométrica era seguida de aceleraciones de la respiración y de los latidos cardiacos, de pérdida de apetito, náuseas, vómitos, aumento de sed, disminución de la energía muscular, debilidad general, cefalea, somnolencia y frecuentes desmayos. Afirma KATOLINSKII que estos fenómenos son debidos al sol, efecto mecánico de la reducción de presión. Calculaba que un individuo de 1,70 m. de altura soportaría una presión barométrica de 15,5 Kg. al nivel del mar y que esta presión se reduciría a 10,636 Kg. a 300 m. y a 6,424 Kg. a 7.000 m. (55).

SIMONOV, médico de Petersburgo construyó, en 1866, en la isla de Vasilev, un centro especial de tratamientos neumáticos y publicó en 1876 un gran volumen referido a Terapia aérea. Opinión sobre el aire comprimido o enrarecido desde un punto de vista fisiológico.

Dice SIMONOV que en una presión de aire enrarecido deberá reducirse la capacidad pulmonar, restringirse la movilidad del tórax, increnetarse el contenido de sangre

en los vasos sanguíneos de piel y mucosas con acceso al aire enrarecido, decreciendo la densidad de los tejidos y por el contrario el llenado y vaciado de sangre en el resto de las partes del cuerpo que no están directamente influenciadas por los cambios de presión deberá ser menos pronunciado. La entrada de O_2 y la eliminación de CO_2 se reduce, se acelera el pulso y aumenta el trabajo del corazón. La reacción del S.N. es más de excitación que de sedación. (56)

Los también investigadores rusos DROZDOV y BOCHERCHKAROV estudiaron también la respiración en hipopresión desde el punto de vista de sus efectos mecánicos de inhalación de aire enrarecido en su trabajo con el aparato de Waldenburg en 1875. (57)

Merece hacerse mención a importantes descubrimientos rusos del siglo XIX, no sacados del estudio del hombre en la altura, pero íntimamente relacionados con la respiración deficitaria de O_2 y por consiguiente con la fisiología aeronáutica:

El primero es el descubrimiento, por SECHONOV de la presencia de gases en sangre; su doctrina aparece publicada en su libro Los gases de la sangre (1907). SECHENOV encuentra en el perro en condiciones de normalidad:

O_2	entre	16,41 y 15,05 %
N	"	1,20 y 1,92 %
Carbónico libre . .	"	30,66 y 28,27 %
Carbónico combinado	"	2,54 y 2,32 %

y significa cómo en los perros en asfixia el O_2 desaparece casi completamente de la sangre y del aire alveolar aumentando el CO_2 considerablemente. No se le escapa a SECHENOV la observación, en caso de muerte por asfixia, de la pérdida de la función de los distintos estratos del S.N. C. en tiempos diferentes siguiendo una secuencia completa, advirtiéndole, por ejemplo, que los reflejos del V par

principalmente los corneales desaparecieron antes que la función de los centros vasomotores y respiratorios.

El segundo descubrimiento corresponde a SABINSKII que demuestra en 1865 que en animales en asfixia se contrae el bazo, mandando gran cantidad de sangre a la circulación. SECHENOV y SABINSKII transfunden sangre de perro en asfixia a otro animal y observan la contracción del bazo, incluso cuando previamente se había denervado dicho órgano, y que el fenómeno no se producía con sangre de animal no asfixiado, aunque se le añadiese CO_2 . (58)

Otro hecho importante es la observación, por parte de MANASEIN, trabajando con conejos, de que el porcentaje de supervivencia a la hipoxia es dos o tres veces mayor en alimentados que en hambrientos.

Estudiando en el laboratorio de KOVAEVSKII, de 1860 a 1870, organismos vivos en asfixia se pudo apreciar la reducción por efecto de ella de la presión intraocular, aumento de la presión arterial y dilatación pupilar. Su colaborador GVOZDEVS pudo observar en 1875 que las concentraciones letales de O_2 eran de 3,54 % -término medio- para perros, y de 2,33 %, para conejos. Para GVOZDEVS la asfixia es la desoxigenación de la sangre, o sea, que identifica la asfixia con la hipoxemia. Hace asimismo GVOZDEVS la clasificación del estado de anoxia que, según él, podría conseguirse:

- a) Por factores mecánicos, que impiden pase O_2 a la sangre, sea directa o indirectamente.
- b) Por factores químicos, por presencia de sustancias que eliminan ese O_2 o que convierten la Hb. en otros componentes.

Se lamentan los rusos de no haber dado a conocer a su debido tiempo estos descubrimientos, lo que permitió a los franceses adelantarse, quitándoles la primacía. (59).

Los franceses emplearon en 1870, durante el sitio de París, 66 globos como medio de Correo, transportando cartas, palomas mensajeras y hombres, cumpliendo la mayor parte de ellos su objetivo, a pesar de las malas condiciones del material.

La Asociación Británica para el avance de las Ciencias organiza a mediados del siglo XIX ascensiones científicas serias. En una de ellas, el 5 de septiembre de 1862, HENRY COXWELL y JAMES GLAISHER alcanzaron los 11.500 m. con una presión barométrica de 165 m.m. de Hg. A los 25 minutos ya habían ascendido a unos 4.300 m., momento en que se les averió el termómetro a causa de la formación de hielo. GLAISHER a los 9.000 m., después de una fase en que perdía audición y visión, le faltaba fuerza para hablar y se sentía imposibilitado para mover brazos y piernas, perdió el conocimiento.

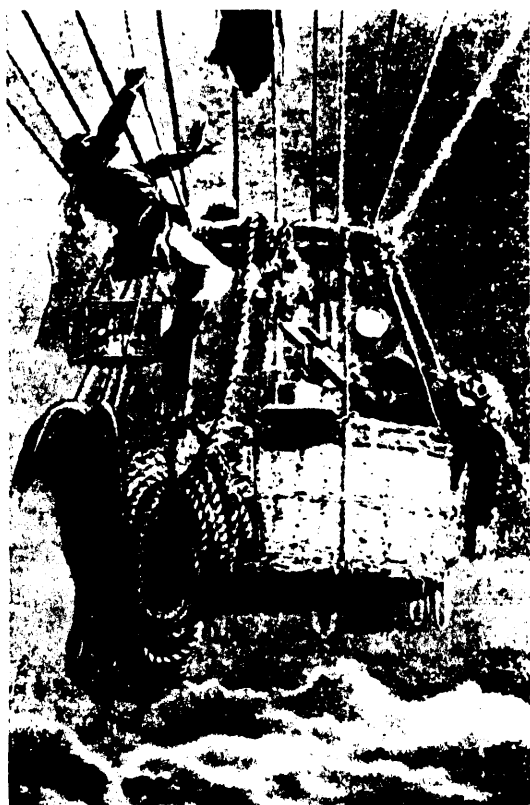


Fig. 22 Histórica ascensión de Coxwell y Glaisher

COXWELL, uno de los aeronautas de más experiencia de la época, también sintió sus brazos paralizados aunque menos intensamente y con gran dominio, al no poder hacerlo con las manos insensibles y posiblemente congeladas, consiguió alcanzar con los dientes el cordón de la válvula y dejar salir parte del gas y con ello conseguir que el globo descendiera rápidamente.

Las investigaciones de GLAISHER realizadas en esta accidentada ascensión son de gran valor. Además de las determinaciones del punto de congelación -que expresó en sus tablas-, estudió el descenso de la temperatura con la al-

tura, observó las relaciones entre la altura y la humedad del aire, comparó los barómetros anaeroide y de mercurio, analizó la velocidad del viento y del sonido en las grandes alturas. Observó sistemáticamente las reacciones corporales: de pulso, frecuencia respiratoria, color de labios y manos, reacciones subjetivas, etc.

Los efectos por ellos experimentados cedieron completamente una vez que llegaron a tierra, recuperándose totalmente y hasta pudieron caminar ocho millas sin dificultad alguna.

Del Diario de GLAISHER merece recoger los siguientes párrafos:

"A la hora y 34 minutos, estando a 5.200 m., noté que M. COXWELL comenzaba a tener dificultades respiratorias... A la hora y 39 minutos alcanzamos los 6.400 m. y la temperatura descendió a 18,9º bajo cero".

"Cuando el barómetro indicaba una presión equivalente a una altitud de 8833 m. ... como había perdido la fuerza física, mis miembros estaban como paralizados y me sentía incapaz de mover la lengua para hablar a COXWELL, a quien veía de forma vaga y confusa". (60)

Los relatos de recientes ascensiones a altas montañas y sobre todo en globo, y muy particularmente la de GLAISHER y COXWELL con la publicación del Diario de GLAISHER, indujeron a PAUL BERT a estudiar estos fenómenos poniendo en marcha magníficos trabajos experimentales en 1873.

PAUL BERT (1833-1886), filósofo y político francés, discípulo de Claude Bernard, estudia Derecho, se doctora en Medicina y Ciencias Naturales. Llega en la carrera política al desempeño de la Cartera de Instrucción Pública, siendo nombrado, en 1866, Gobernador de la Indochina Francesa.

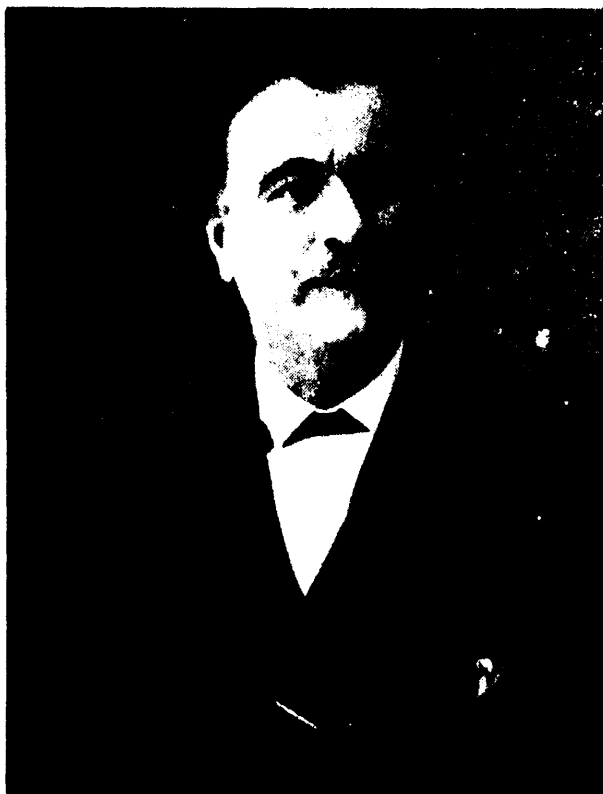


Fig. 23 Paul Bert

Profesor de Ciencias en Burdeos y de Fisiología en la Sorbona, hace importantes estudios de Botánica, Anatomía y Fisiología, siendo muy trascendente su colaboración en los estudios de Fisiopatología Aeronáutica.

A él corresponde el gran mérito de haber dado final a las controversias de si el "Mal de Altura" era debido a la baja presión barométrica por sí o a disminución de la presión de O_2 .

Experimentó sobre animales y sobre sí mismo en una Cámara de Baja Presión, que se construyó.

Aplicó PAUL BERT por vez primera a la respiración

humana los conceptos de DALTON de la presión barométrica de los gases, que establecen que cuando los gases o vapores se hallan presentes en una mezcla dentro de un recinto, la presión ejercida por cada uno es la misma que si uno solo llenara por entero el recinto, y la presión total es la suma de las parciales de cada uno de los gases componentes de esa mezcla.

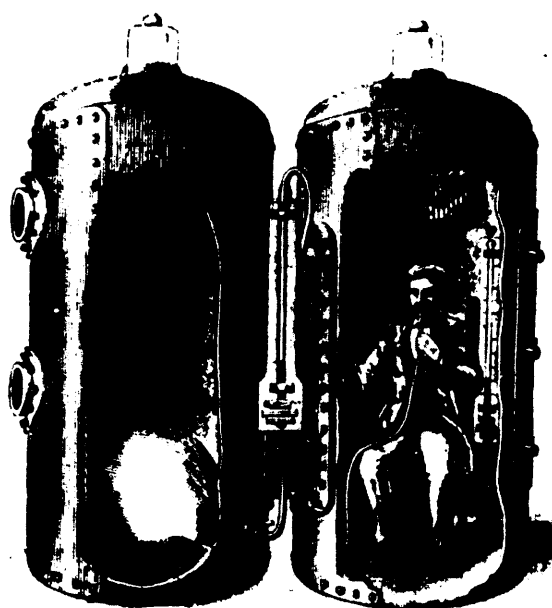


Fig. 24 Cámara de Hipopresión de Paul Bert.

A PAUL BERT se debe la solución de la mayor parte de los problemas del O_2 . Proporcionó la prueba rotunda de que los síntomas y peligros de las elevadas alturas eran debidos a la baja tensión del O_2 y a la imperfecta aireación de la sangre. Puede decirse que con sus trabajos dió realidad a la era aerostática, que estaba angustiosamente necesitada de ellos.

Con CROCE-SPINELLI y SIVEL que se le unen para colaborar con él, estudia en su laboratorio, a principios de 1874, los efectos sobre el organismo de la depresión atmosférica y la causa principal de los trastornos: la anorexia. Se sirve en sus experimentos de su Cámara de Baja Presión -cámara metálica de descomposición- en la que, en compañía del meteorólogo TISSANDIER que también colaboraba con PAUL BERT, simulan alturas hasta de 6.900 m. que corresponden a una depresión de 304 m.m. Se pone en evidencia en estas experiencias la importancia del O_2 para prevenir la hipoxia y concibe PAUL BERT un sistema adecuado para su administración.

En sus experiencias alcanzó a probar que las presiones parciales de O_2 , que excedan de 3 o 4 atmósferas determinan la muerte de los tejidos con los que se ponen en contacto.

El 22 de marzo de 1874 los aeronautas CROCE-SPINELLI y SIVEL, a bordo del "Etoile Polaire" se elevaron hasta 7.300 m. sin presentar trastorno alguno, gracias a la inhalación de O_2 que llevaban puesto a punto por PAUL BERT y a que siguieron al pié de la letra sus instrucciones.

El 15 de abril de 1875 CROCE-SPINELLI, THEODORE SIVEL y GASTON TISSANDIER emprendieron una nueva ascensión a bordo del globo "Zenith", ascensión que terminó en una gran tragedia. PAUL BERT estaba entonces ausente de París y sin su colaboración no se hizo un estudio racional de la inhalación de O_2 . La consecuencia fue la muerte de

CROCE-SPINELLI y SIVEL, salvándose TISSANDIER.

Llevaban O_2 pero calcularon la cantidad necesaria con gran defecto. El O_2 se consideraba a la luz de los conocimientos del momento como "poderoso estimulante" cuyo uso solo podía permitirse en los momentos en que se notaba su falta. Para los tres aeronautas sólo llevaban tres botellas pequeñas con una mezcla de 70 % de aire y O_2 . (En la actualidad, según la Royal Air Force, se consideraba necesaria la cantidad de 20 litros por persona y minuto para una actividad regular a alturas por encima de 3.000 m.) TISSANDIER, SIVEL y CROCE para su vuelo de dos horas y media a esa altura llevaban O_2 solamente para siete y medio minutos.

La descripción de la última parte del vuelo hecha por TISSANDIER es digna de transcribirse con sus propias palabras, que traducimos y que son una descripción bastante correcta del "Mal de las Alturas".

"Estoy entrando ahora en los momentos fatales en que "que empezáramos a sufrir la terrible acción de la presión disminuida. A 22.900 pies... el torpor se apodera de mi. No obstante escribo... aunque no tengo clara memoria de lo escrito. Estamos subiendo. CROCE "está jadeante, SIVEL cierra los ojos. CROCE también "cierra los suyos... A 24.600 piés el torpor que se "sufrir es extraordinario. El cuerpo y la mente se debilitan... No hay sufrimientos. Por el contrario, "se siente alegría interior. No hay conciencia del "peligro, se asciende y se está contento de ascender. "Pronto me sentí tan débil que no pude ni aún volver "la cabeza para mirar a mis compañeros... Deseé llamarles cuando estábamos a 26.000 piés, pero mi lengua estaba paralizada. Por fin se cerraron mis ojos "y me sentí afectado de una pérdida total de memoria".

"El vértigo de las regiones altas no es una palabra vana, pero por lo que puedo juzgar aparece en el "último momento, se presenta sin previo aviso, de manera repentina, inesperada, irresistible".

El globo ascendió hasta más de 28.000 piés, según se comprobó en los barómetros sallados que llevaban consigo y luego descendió espontáneamente. TISSANDIER se

recobró, pero SIVEL y CROCE habían muerto. (61)

La extraordinaria aportación a la Medicina Aeronáutica de PAUL BERT que le vale, no sólo en Francia sino, incluso, en el extranjero, el calificativo de "Padre de la Medicina Aeronáutica", se condensa en una gran Monografía de 1.178 páginas: La presión Barométrique, publicada en París en 1878.

Es un libro, modelo de exposición y contenido, muy rico en datos, citas y relatos. En él están exactamente descritos los principales efectos debidos a la depresión barométrica, y se estudian los trastornos y sus mecanismos, sentando las bases fisiológicas de los medios de prevención de los mismos.

Empezando por la recopilación e interpretación de toda serie de relatos que pudo conseguir, algunos de tres siglos atrás, recogió todos los experimentos que hasta el momento se habían hecho del "Mal de Montaña".

Transcribe PAUL BERT en su libro, entre otros documentos, una carta escrita de FISSIS a COIGNARD que encierra un extraordinario interés, ya que en ella se completan importantes datos respecto a la enfermedad de las montañas andinas, que traducida literalmente en los más importantes párrafos, dice:

"Los efectos generales son dolores de cabeza, náuseas, gran dificultad en respirar y contracción a la altura de las costillas flotantes, como si uno estuviese fuertemente amarrado por su cinturón. Estos síntomas varían, sin embargo, de acuerdo a la edad y constitución de los pacientes... Cuando yo pasé el paso de Tacora, con el barómetro marcando 463 m.m., una negrita de 18 a 20 años estaba muy enferma, presentaba una profunda hemorragia nasal, mientras que su ama -una mujer de unos 50 años- de fina constitución fue poco afectada. La misma diferencia se observa en los animales: los caballos más robustos son los más propensos a morir... Después que uno ha vivido un cierto tiempo en las altas regiones, estos efectos dejan de sentirse. Los residentes en Oruro

"(Bolivia) a 3.800 m. y presión barométrica media de 492 m.m., viven como si estuvieran a la orilla del mar, los indios corrían varias leguas sin cansarse. Yo mismo, después de un año de permanencia, trepaba fácilmente a las montañas, cosa que me hubiera sido imposible hacer a mi llegada."

"El punto más alto donde ví viviendas fue en las minas de Willacote, provincia de Cuagaota, a unos 5.000 m. de altura y a una presión atmosférica de 421 m.m.; los indios trabajan allí como en otra parte, pero se cansan más cuando nieva. Las alpacas y las vicuñas, viven en estas alturas en rebaños, los condor vuelan más arriba, y ví tortugas."

"Aunque acostumbrado a la presión de Oruro, cuando yo fui a estas minas me encontraba siempre enfermo, con náuseas, dolores de cabeza, dificultad para respirar, y no podía caminar más que ocho o diez pasos sin tener que pararme a tomar aliento. El que había vivido allí durante dos años podía caminar una distancia mayor, pero siempre con dificultad para respirar."

"A la altura de 4.000 m. el enrarecimiento del aire tiene solo un efecto pasajero sobre la salud. Los residentes en Oruro y Potosí llegan a muy viejos y no padecen enfermedades pulmonares, son delgados y activos, pero poco fuertes."

"En Chile el punto más alto que alcancé fue 5.800 en una ladera del Aconcagua -que se eleva a 6.834-, el barómetro marcaba 382 m.m., yo estaba muy enfermo y fue imposible para mí subir más alto. Todos los objetos, incluso la nieve, me parecían rojos a través de mis anteojos azules. En mi regreso hacia abajo, ya a los 5.000 m., esta visión roja desapareció. Vi con frecuencia cóndores volando sobre las laderas, pero no por encima de las cumbres. A 4.000 m. uno encuentra en los Andes de Chile guanacos, cisnes, patos y algunos pájaros." (62)

Se percata PAUL BERT, examinando minuciosamente las descripciones hechas por los distintos viajeros de la montaña, de la entrada en escena de unos síntomas de orden psíquico que, en ocasiones, se manifiestan de forma muy precoz: las reacciones depresivas y de descontento. Observa cómo en los relatos escritos a gran altura se deja ver una falta de interés de aspiraciones elevadas. Por el contrario, los relatos de alturas menos importantes son mucho más interesantes, más ricos en detalles y con

contenido más inteligente.

Repara también PAUL BERT de que, a pesar de que las descripciones son hechas por los más variados viajeros: unos dotados de una buena preparación científica, otros con poca o ninguna, pero con agudo sentido de observación, se dá en todas un hecho común, cual es; la sensación subjetiva tan penosa que dentro de límites variables irrumpe cuando el viajero ha alcanzado determinada altura, independientemente de sexo, raza o constitución.

Al hacer referencia a sus propios experimentos hechos en su Cámara, dice:

"Cuando la presión del aire se redujo a 420 m.m.
, "empecé a experimentar molestias de Mal de altura,
"que gradualmente se intensificaban a medida que disminuía la presión: sensación de pesadez, debilidad, náuseas, cansancio ocular, indiferencia general y acentuada disminución de capacidad para la actividad mental. Cuando el enrarecimiento alcanzó el nivel correspondiente a la elevación del Mont Blanc no estaba en condiciones de multiplicar mi registro de pulso por tres, un poco más tarde noté una ingobernable contracción convulsiva en la pierna derecha, que se me fue extendiendo a la izquierda, la sangre fluía a mi rostro y la temperatura debajo de la lengua subió 0,1 a 0,2°C."

En repetidos experimentos posteriores llegando incluso hasta 304 m.m., ensaya el suministro de O₂, no sintiendo molestia alguna. (63)

Aunque cautelosamente se atreve PAUL BERT a emitir las conclusiones siguientes:

- 1) La reducción de la tensión barométrica afecta a los seres vivientes exclusivamente por la reducción parcial del O₂ del aire que respiran y de la sangre que suministran a los tejidos, creando peligro de asfixia.
- 2) El efecto de esta reducción puede eliminarse respirando aire con mayor cantidad de O₂, que

mantenga la presión parcial de este gas a nivel normal.

- 3) La presión parcial de O_2 se calcula multiplicando el porcentaje del gas por la presión barométrica, la reducción de uno de estos factores se puede compensar aumentando el otro.
- 4) Si los animales tienen órganos cavitarios que contienen gas incontrolado y totalmente cerrado o comunicado por aberturas estrechas, la reducción o incremento de la presión atmosférica determinará efectos mecánicos.
- 5) Todos los organismos que existen en el aire se han adaptado a la presión parcial de O_2 en que viven, y las variaciones le son todas perniciosas.

La Teoría de la Anoxemia, de PAUL BERT, tenía el defecto de no admitir en la explicación la existencia del aire alveolar, no tenía en cuenta que debido a la presencia del aire residual y espacio muerto en los alveolos pulmonares, el aire contenía proporción menor de O_2 que el atmosférico; conclusión a la que llegó SECHENOV dedicado al estudio físico-químico de los gases de la sangre.

Le llamaba la atención al ruso SECHENOV de cómo los balonistas podían respirar a alturas donde la presión era de $1/3$ de atmósfera. En su Comunicación presentada al VI Congreso de Ciencias Naturales de 1879, con el título "Datos concernientes a la entrada del CO_2 y O_2 en la sangre, en condiciones normales y en hipopresión" y que luego publicó en la Revista El Cirujano con el de "Respiración en aire enrarecido", analizaba la causa de la muerte de los balonistas franceses SIVEL y CROCE, llegando a la conclusión que la muerte pudo producirse por una reducción de la presión parcial del O_2 en el aire alveolar hasta cifras de

20 m.m. de Hg., concluyendo que la verdadera causa de la reducción del O_2 en sangre al respirar aire enrarecido hay que buscarla en disminución pronunciada de O_2 en el aire alveolar.

Hacia SECHENOV los siguientes cálculos: "Al respirar aire en una atmósfera a 380 m.m. de Hg. el porcentaje de O_2 en el aire alveolar deberá reducirse al 8 % con lo que su presión parcial se reducirá a 30 m.m. En tales condiciones, aseguraba SECHENOV, la respiración es todavía posible. La respiración se hace imposible cuando la presión atmosférica se reduce a 300 m.m. y el porcentaje de O_2 alveolar es de 4,70 %, reduciendo la presión parcial de O_2 a 14 m.m. Demuestran además los cálculos de SECHENOV que en tales condiciones, con respiración acelerada no podía asegurarse la adecuada proporción de O_2 en sangre. (64)

Esta teoría de SECHENOV sobre el efecto del aire enrarecido sobre el organismo humano fue continuada por el gran patólogo ruso PASHUTIN, que hizo un análisis detallado, tanto del efecto mecánico, como del químico del enrarecimiento del aire, en su trabajo "Estudios sobre Patología General", publicado en 1881.

Introduce PASHUTIN el término "Muerto por falta de O_2 " en el que acertadamente se encierra la naturaleza de los procesos fisiológicos que tienen lugar en la altura. Hace una nueva clasificación de las formas distintas de anoxia, clasificación basada en la propia patogenia.

Divide las causas de la muerte por falta de O_2 en dos categorías:

- 1ª. Muertes producidas por falta de O_2 dentro del organismo.
- 2ª. Muertes por falta de O_2 fuera del organismo.

En la primera incluye:

a) Falta de suministro de O_2 por fallo de los órganos respiratorios:

- Mal funcionamiento de los Centros respiratorios.
- Alteraciones de los músculos respiratorios.
- Distensión del tórax.
- Tumores o acúmulos de fluidos en las cavidades del abdomen.
- Inflamaciones de abdomen y pleura.
- Trastornos de los órganos respiratorios que impiden el paso del aire al pulmón.
- Procesos varios del parenquima pulmonar que reducen la superficie respiratoria.

b) Alteraciones que afectan sólo a las propiedades de la sangre:

- Reducción de la cuantía de los globulos rojos.
- Alteraciones de la capacidad de absorción del O_2 de estos globulos rojos.

c) Reducción del promedio circulatorio de la sangre como resultado de diferentes tipos de enfermedades cardiovasculares.

d) Incremento desproporcionado del consumo de O_2 -esfuerzo muscular, fiebre- que por cualquier razón no tiene la contrapartida de un suficiente suministro de O_2 .

En la segunda categoría incluye:

a) Cuando el acceso del aire a la superficie respiratoria se interrumpe por influencia externas exclusivamente -ahogamiento, ahorcamiento, aplastamiento-.

b) Cuando el contenido de O_2 del aire atmosférico es inferior al normal (casos de muerte por falta de O_2).

Estos interesantes estudios de SECHENOV y PASHUTIN y los éxitos obtenidos por los balonistas estimularon a

otros muchos científicos rusos al estudio de los problemas de la muerte por falta de O_2 , saliendo a la luz múltiples publicaciones.

Se aumenta la atención e interés por los problemas médicos y sanitarios de los balonistas, publicando GREBEN-SHCHIKOV, en 1891, "Consejos Médicos a los balonistas", donde se describen primeras ayudas a heridos o intoxicados en vuelos en globo. (65)

Entretanto, con una Comunicación de VIAUT, publicada en 1890, con el título "Cambios del número de glóbulos rojos y de la cantidad de Hb. en las altas cotas", se reavivó el interés por la Teoría de la Anoxemia en Rusia y fue estímulo para la organización de expediciones montañosas.

GORBACHEV en una expedición en 1892 hizo estudios del efecto de las ascensiones a las montañas sobre presión arterial, pulso arterial, respiración, temperatura corporal y pérdida de la sensibilidad cutánea y muscular. En Ala-Tau realizó pruebas con soldados en cinco ascensiones. Sus estudios le permitieron establecer un conjunto de tendencias básicas en los procesos fisiológicos de la altura: incremento de la presión sanguínea, aceleración del pulso, intensificación de la amplitud respiratoria, reducción de la secreción urinaria con aumento de su densidad, aumento del consumo de líquidos y ciertas variaciones de temperatura. (66)

TPILKII plasmó hechos de varios años de su permanencia en la meseta de Pamir a 3.611 metros. Dió detallada información referente a la altitud, al efecto mecánico de la reducción de presión, a la falta de O_2 , y a los mecanismos de aclimatación a la altura. Dió datos personales referentes a la reducción de la coagulabilidad de la sangre, a la reducción del peso del cuerpo, al aumento de la relajación muscular, a la disminución de la excitación

sexual y a la reducción del tiempo de duración de ciertas enfermedades: (tifus, disentería, viruela, cólera, escorbuto y dolor de garganta). (67)

TRET'YAKOV, como TAPILSKII, Médico militar, realiza en 1897 una tesis Aclimatación a la Montaña, que se basa en observaciones de su estancia en Pamir los años 1892-1893, con fuerzas de caballería e infantería a alturas de 3.700 y 3.900 m., durante tres meses. TRET'YAKOV escribe en su tesis:

"Durante los primeros días en el Fuerte Shadzhan, "experimentamos una rápida fatiga física y mental, falta de respiración y palpitaciones, principalmente cuando nos movíamos y al vestirnos y desnudarnos. También "al principio se sintió afectada nuestra imaginación y "nuestros recuerdos... Después de pocas semanas los movimientos se hacían más fáciles". (68)

Entretanto, con el suceder de los años, el número de globos ha crecido desmesuradamente en todo el mundo, y el tamaño de los mismos se ha ido haciendo significativamente mayor llegando a proporciones gigantescas, y así el "Aigle" de GODARD tenía una capacidad de 14.000 m³ y más aún los gigantescos globos cautivos de HENRI GIFFARD, ya que su cuarto aerostato construido en París el 1878 contenía 25.000 m³ de H., medía 55 m. de altura y podía transportar 50 personas.

La preocupación por la posibilidad de dirigir las aeronaves es ya patrimonio de los primeros argonautas que idearon y ensayaron sin resultado toda clase de remos, paletas, velas y hélices. GEORGE CAYLEY se dedica al estudio del dirigible desde 1816, intentando su propulsión a vapor y la construcción de un caparazón rígido. PIERRE JULLIEN ensaya la propulsión mecánica por un sistema de relojería, y por fin el también francés HENRI GIFFARD se eleva sobre el hipódromo de Paris para realizar el primer vuelo a motor de la Historia, en 1852. Su dirigible en forma de puro estaba propulsado por un motor a vapor

de 3 C.V. que accionaba una hélice montada bajo el aerostato. Alcanzaba 10 km/hora y no podía ir en contra del viento, pero sí maniobrar.

El ruso YUDIN diseña en 1853 un motor calórico para globos.

En 1869 se reúne en Rusia un Comité para tratar de la aplicación militar de la Aeronáutica, creándose consecuentemente la Fuerza Aérea, y es al año siguiente (1870) cuando RIKACHEW organiza en Rusia los vuelos regulares en globo.

El ruso ARENDT refiere en 1874 en sus dos publicaciones: Navegación aérea y Navegación aérea basada en los principios de Navegación a vela, sus experiencias aeronáuticas e insiste en que debe dársele más importancia al estudio del vuelo con máquinas más pesadas que el aire y que la máquina de vuelo debe poder ser dirigida, disponer de un equipo de instrumentos adecuados, y contar con fuerza motora y propulsora. Construyó ARENDT para sus experiencias modelos variados, estudió el planeo catapultando pájaros congelados con mecanismos accionadores del movimiento de las alas.

En 1880 se creó en Rusia el nuevo Departamento de Navegación Aérea, y en el mismo año comienza a publicarse El Piloto de Globo, publicación periódica a la que siguen en años inmediatos El Volador, novedades del vuelo en globo y Biblioteca sobre el vuelo en globo. (69)

MENDELEV presta especial atención al estudio de las altas capas de la atmósfera que considera un auténtico laboratorio climatológico donde se inician la mayor parte de los fenómenos meteorológicos, ascendiendo en 1887 en su propio globo para estudiar un eclipse solar, vuelo que duró tres horas y 36 minutos, llegando a los 3.000 m. Posteriormente sugiere MENDELEV las cabinas herméticas

escalonadas. (70)

Hacia 1880, conocida ya la electricidad, los hermanos TISSANDIER constuyen un dirigible accionado por baterías y maniobrable, si bien la aeronave realmente dirigible "La France" la construyen RENARD y KREBS, que dotada de pesados acumuladores que alimentaban un motor de 8 C.V., voló con éxito a una velocidad de 23 Km/h. en 1884.

De todos modos hasta SANTOS DUMONT con sus dirigibles deformables y VON ZAPPELIN con el aerostato rígido -1900- que aplicaron el motor de combustión interna, los dirigibles no alcanzaron la mayoría de edad. ZEPPELIN con el "Deutschlald" inauguró la era de viajes aéreos para pasajeros: los lujosos Zeppelines, capaces de transportar a más de 20 pasajeros a velocidades próximas a los 60 Km/h. habían ganado la batalla a los esféricos.

En años posteriores, ya en la era del aeroplano, se funden ZEPPELIN y SCHUTTE-LANZ y construyen en 1915 el L-30 Sperzeppelin, que con un volumen de 55.000 m³ era capaz de remontarse a 6.150 m., alcanzar una velocidad de 120 Km/h. y que tenía una autonomía de 10.000 km.

Todavía en años posteriores Francia, Gran Bretaña, Estados Unidos, Alemania e Italia compran o fabrican sus dirigibles para usos comerciales o militares.

El dirigible alemán "Graf-Zeppelin" efectuó 144 travesías de Alemania a las Américas (N. y S.). También hemos de mencionar el problema consustancial de los accidentes, y son hasta doce grandes globos los que explótan en el aire, de 1919 a 1937, con las lógicas pérdidas de vidas, pesado tributo al progreso.



Fig. 25 Final del dirigible "Hindenburg"

El mayor dirigible construido, el alemán Hindenburg, de 244 m. de largo, 110 toneladas, 20.000 m³ de capacidad de gas, con radio de acción de 14.000 km. y que conseguía una velocidad de 128 Km/h., después de prestar servicio transatlántico durante un año, arde al inflamarse el H. en Nueva Jersey en 1937, muriendo 37 de los 97 pasajeros.

Nos parece, por último de interés reseñar aquí los records alcanzados en las ascensiones aerostáticas de los últimos años: el del capitán HAWTRORNE, del Ejército americano que en 1937 asciende hasta 13.000 m. muriendo por falta de O₂; el de PICCARD, que asciende en barquilla de su invención, herméticamente cerrada, a 15.800 m. en el año 1931 y a 16.200 m. en 1932; STEVENS, ANDERSON y KEPNER con el "Explorer" ascienden en 1934 a una altura de 18.500 m. y con el "Explorer II" -los dos últimos- a 22.000 m.

Suspendimos el relato histórico de la Fisiopatología Aeronáutica con las interesantes y trascendentes aportaciones de PAUL BERT y de los rusos SECHENOV, PASHUTIN y otros, para hacer una muy somera reseña histórica de los últimos aerostáticos; lo continuamos nuevamente para, en primer lugar, ocuparnos de los importantes estudios sobre Fisiopatología de la altura hechos por los italianos.

Algunas referencias, incluso anteriores a los aerostatos, aparecen en Italia de Fisiólogos que estudian

manifestaciones presentadas en el hombre durante la ascensión a las montañas, pero nada hay de verdadero peso para que merezca ser reseñado hasta la aportación de las investigaciones del gran Fisiólogo ANGELO MOSSO, base so-

bre la que se apoya el edificio de la Medicina Aeronáutica italiana.

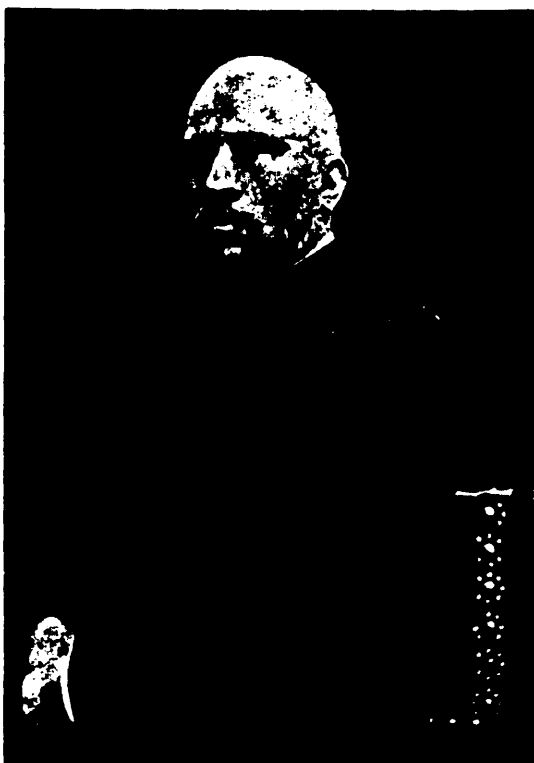


Fig. 26. Angelo Mosso

ANGELO MOSSO nominado por los italianos "Padre de la Medicina Aeronáutica italiana", nace de humilde familia en Chieri, en 1846, y muere en 1910; se doctora en Medicina en 1870 y se hace Médico Militar. Trabaja como ayudante con LUDWIG, CLAUDE BERNARD, PAUL BERT, y MAREY, siendo nombrado posteriormente Profesor de Fisiología de Turín. Investiga fisiología de altura en Campana de

Margherita, situada a 3.047 m. de altura y en Col d'Olen en un campamento de alta montaña o con Gajón Neumático en el laboratorio de Fisiología de Turín.

Construye, con apoyo de la reina Margarita de Saboya, en 1907 un Instituto de Investigación en el Col d'Olen a 3.050 m. de altura, provisto de veinte camaras, cocina, comedor, laboratorio y biblioteca, auténtica conquista de la Fisiología italiana y hasta de la internacional.

En sus diversas ascensiones a la montaña, estudia la fatiga y los efectos de la presión barométrica sobre el organismo en cuanto a la disminución parcial de O_2 en el pulmón y a la disminución parcial del CO_2 . Su ascensión en 1894 a Monte Rosa, a 4.560 m., le da motivo para su libro Fisiología del hombre sobre los Alpes.

A propósito de su permanencia en Campana Regina, a 4.500 metros, refiere:

"Durante la noche la inquietud y sufrimiento de "los que enfermaban nos dejó dormir poco. El viento "que soplaba hacía temblar las paredes, dándonos la "ilusión de un viaje marítimo. En sueños vivía to- "dos los horrores de un verdadero naufragio". (71).

Es MOSSO sostenedor de la teoría de la Acapnia, 1903-1909 y, según él, los fenómenos consecuentes a la fuerte depresión barométrica son debidos, no tanto a la presión disminuida del CO_2 , como a la preponderante disminución de la presión parcial de CO_2 , la cual sería para él primitiva; es decir, no provocada por hiperventilación pulmonar, sino por la depresión barométrica que determinaría un mayor desprendimiento del CO_2 desde el organismo y como consecuencia, su empobrecimiento en sangre, con alteración consiguiente del equilibrio ácido-base, del mismo modo a como sucede cuando abriendo una botella de vino espumoso, sobreviene la fuga de CO_2 disuelto en el mismo. En este caso del vino, el CO_2 disuelto tiene una presión parcial mayor de la del CO_2 del aire externo, y de aquí el que pase del interior al exterior de la botella.

Insistía MOSSO en el efecto rápido y seguro que se obtiene en los sujetos afectados del "Mal de Montaña" haciéndoles respirar una mezcla compuesta de aire y CO_2 a una concentración del 7 al 10 %, y decía, que en este caso, no se puede hablar más que del efecto benéfico producido por el CO_2 , dado que el porcentaje de O_2 en la mezcla resulta muy bajo.

Otro argumento de MOSSO, para apoyo de su teoría, es la observación frecuente de que en situaciones de baja presión barométrica los disturbios del "Mal de Altura" aparezcan de manera más manifiesta durante el reposo o durante el sueño, y que se alivian cuando el sujeto desempeña un módico trabajo muscular, que es seguido

de un aumento del metabolismo, con lo que consecuentemente con el aumento de producción del CO_2 aumenta su presión parcial en sangre.

Según algunos científicos de la época, sostenedores de la teoría de MOSSO, los disturbios provocados por las altas cotas sería debidos tal vez, más que a la acapnia en sí, al estado de alcalosis por ella producido. De aquí el agravamiento durante los periodos de alcalosis fisiológica, como es después de la ingestión de alimentos, que al exigir mayor secreción de clorhídrico gástrico, acarrea una disminución de los radicales ácidos de la sangre. (72)

El inglés LONGSTAFF, después de estudiar las excursiones de turistas al Teide (Tenerife), 3721 m. y al Fujiyama de 3.790 m., considera, en 1906, que el mal es producido por una combinación de factores como: el ejercicio físico, la dieta, el frío, falta de condición, etc. Añade que si estas personas fueran sometidas en Cámaras de Hipopresión a alturas simuladas semejantes, no padecerían el mal, lo que fue comprobado por Barcroft. (78).

VERIGO describe la teoría de la Acapnia como curiosidad científica, y PRIESTLEY y HALDONY dicen que la acapnia es más bien consecuencia que causa del mal de altura (74).

Sin embargo, en años posteriores -1920-, se resucita la teoría de la Acapnia, en virtud del éxito obtenido con la inhalación de CO_2 en el tratamiento de las insuficiencias respiratorias.

No está de más significar que ya en 1866 CHEVAUX había obtenido gráficas sismográficas en la altura y LORTET, en 1869, había conseguido trazados neumográficos, que en los siguientes se habían determinado las pre-

siones parciales de O_2 y CO_2 en el aire alveolar, apreciando alteraciones de saturación de O_2 en sangre, aceleraciones del pulso, modificaciones de la presión sanguínea, de la respiración, de la temperatura, modificaciones de la serie roja, etc., lo que prueba que se disponía amplia información sobre el efecto del aire enrarecido sobre el organismo, no siendo culpa, por consiguiente, de la Fisiología el que la incipiente Medicina Aeronáutica no se sirviera de esta información. (75)

En 1903, MUNT, Médico de entrenamiento de balonistas, publicó en la revista El Balonista, una breve Comunicación sobre el efecto del balonismo sobre el organismo, fruto de la observación de los balonistas rusos que ascendieron desde 1897. Recogía en ella datos sobre capacidad vital, expirometría, presión sanguínea, esfimografía, dinamometría, reacción eléctrica del organismo, sensibilidad táctil y dolorosa y temperatura.

La informaciones por él recogidas mostraron que la capacidad vital pulmonar sufría alteraciones poco notorias, que la tensión de los músculos expiratorios aumentaba en el ascenso, que había notables fluctuaciones de la presión sanguínea, que aumentaba el trabajo del corazón en cuanto a frecuencia e intensidad de las contracciones y que, en general, se reducían la tensión muscular y la temperatura del cuerpo. Significó que en los vuelos por debajo de 3.000 metros, los pulmones, corazón, músculos, S.N. y facultades mentales funcionaban normalmente.

En números siguientes de El balonista, aparece un trabajo de BOLSHEV sobre "Sensaciones de un balonista en ascensión en globo y cometa", y dos de MISCHENKO, sobre "Efectos fisiológicos de las altas cotas" y "La altura del vuelo del pájaro", "Respiración de O_2 en el ascenso en globo". (76)

Por otra parte, ya existía a finales del siglo XIX . información fisiológica sobre la aceleración racial, y es más, ya en 1818 se había construido en el Hospital de Caridad de Berlín la primera centrífuga humana, primer intento de utilización de la fuerza centrífuga para alterar voluntariamente la hidrostática de la circulación de la sangre en el cerebro e influir de este modo en cierto tipo de enfermedades mentales. Era un círculo giratorio en el que se colocaba el paciente, al que se exponía a distintas aceleraciones siguiendo una dirección caudo-craneal. Se hacía referencia a la influencia favorable de estas aceleraciones sobre algunas neurosis y psiconeurosis. Se observaba enrojecimiento en la cara, hemorragias y petequias de piel y mucosas de la extremidad cefálica.

En experiencias animales se puso en evidencia que las condiciones hidrostáticas pueden alterarse por el solo paso del cuerpo del animal de la horizontal -posición normal- a la vertical -posición no usual- sin necesidad de fuerza centrífuga, y así: el francés PIORRI y el alemán GALL, en 1826, comprobaban que el animal en posición vertical moría antes que en horizontal después de una sangría (conejos en el espacio de una hora y perros de varias) y que el animal retornaba a la vida al volverle a la posición horizontal, incluso cuando ya no respiraba. Deducen que la causa de la muerte es la anemia aguda (77).

Si bien estas observaciones fueron primitivas revelaban la significación de la fuerza de la gravedad en el proceso de la circulación de la sangre.

SALATE estudió experimentalmente en conejos, en 1877, los efectos de la fuerza centrífuga, sacando la conclusión de que si tal fuerza actuaba en dirección craneo-caudal era capaz de provocar por anemia cerebral la muerte de los mismos en un tiempo de 6 a 15 minutos.

MENDEL, en 1884, experimentando con perros a los que sometió a los efectos de la fuerza centrífuga caudo-craneal, observó que morían por excesivo acúmulo de sangre en la cabeza.

Científicos rusos se ocupan en años sucesivos de un modo especial del estudio de la hidrostática de la circulación de la sangre: PASHUTIN, en 1881, hizo importantes estudios sobre la influencia de la aceleración radial en la misma; se valió de tubos elásticos y rígidos en los que estudió el movimiento de los líquidos, y de animales en los que estudió la circulación al pasarles de la posición horizontal a la vertical. Estableció PASHUTIN que en los animales en la posición de la cabeza hacia arriba disminuía la presión de la carótida, se reducía la cantidad de sangre que aflucía al corazón y el volumen de contracción del mismo, se colapsaban los vasos de la parte superior del cuerpo, llegaba menos sangre al cerebro y se reducía la presión de la yugular, aumentaba la presión sanguínea de las arterias y venas femorales, se reducía la frecuencia respiratoria, y la presión del líquido cefalorraquídeo se reducía en la parte superior del canal aumentando en la inferior. Cuando la posición de la cabeza era hacia abajo, las respuestas que obtenía eran en sentido contrario.

Al mismo tiempo que PASHUTIN se hacían los mismos experimentos en el Departamento de TARKHANOV, con resultado un tanto coincidente. Disponía dicho Departamento de un especial círculo giratorio que permitía estudiar correctamente las aceleraciones craneo-caudal y caudo-craneal, trabajando con éste equipo fundamentalmente más colaboradores: KUZNETSON y NEMZER.

KUZNETSON estudio el aflujo de sangre a la cabeza por efecto de la fuerza centrífuga caudo-craneal y cómo el drenaje se acelera al pasar a la estimulación craneo-caudal a la vez que disminuye la presión sanguínea ca-

rótida.

NEMZER estudió, en 1892, la naturaleza del metabolismo gaseoso en conejos centrifugados, y estableció que la cantidad de CO_2 producido se reducía, tanto con la aceleración craneo-caudal como con la caudo-craneal, y que aumentaba el O_2 absorbido.

BERKHTEREV construyó asimismo en su laboratorio un círculo giratorio, encomendando a su colaborador BORISH-POL'KII el estudio detallado de los efectos de la fuerza centrífuga en la función del S.N.C. Refiere respuestas, al estímulo craneo-caudal, de: anemia agua cerebral, reducción de la presión intracraneal en 55 m.m. de agua por término medio, reducción de la excitabilidad de la corteza, desaparición de la sangre en la herida craneal sangrante y aumento de la temperatura rectal en $0,3^\circ \text{C}$. Por estímulos caudo-craneales, observó: gran aflujo de de sangre al cerebro, aumento de la presión intracraneal en unos 28 m.m., aumento de hemorragia en la herida craneal, reducción de la temperatura rectal en $0,5^\circ \text{C}$ y, finalmente, ausencia de modificaciones en la excitabilidad cortical cerebral. (78)

Desde el principio del siglo XX, llamó la atención de los físicos, la acentuada pérdida de carga de los cuerpos electrizados, no explicable dada la baja conductibilidad de los aislantes empleados. Parecía lógico atribuir aquella rápida descarga a radiaciones ionizantes debidas a las sustancias radiactivas y a emanaciones de la corteza terrestre.

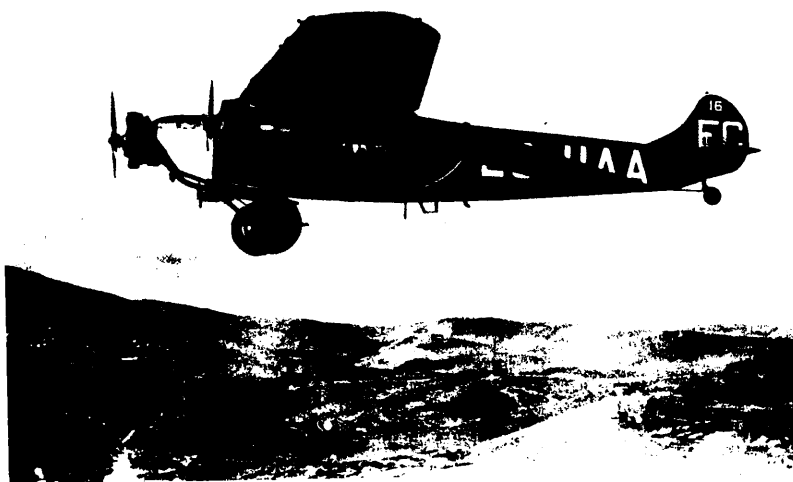
CASPARI, en 1902, encuentra en la altura un fuerte predominio de iones positivos y achaca a ellos gran parte de la sintomatología del "Mal de altura".

Las primeras ascensiones realizadas por el físico suizo GÖCKEL, en 1909, que se elevó en un globo aerostá-

tico a una altura de más de 4.000 m. sobre el nivel del mar, para librarse de la influencia de toda radiación, lo que probaron es que su influencia aumentaba, hecho que fue debidamente comprobado por observaciones sistemáticas llevadas a cabo en 1910 por HESS, que se elevó en globo libre a 5.000 m. de altura y observó que el electroscoPIO perdía su carga eléctrica con doble rapidez que a nivel del mar, lo que puso en evidencia el aumento de conductibilidad del aire con la altura.

Quedaba, pues, descartado, el origen terrestre de tales radiaciones ionizantes a las que desde entonces vienen llamándosele: radiación cósmica y rayos cósmicos, que bombardean nuestro planeta con una sustancia verdaderamente sorprendente. (71)

En años sucesivos se repiten las investigaciones en globos aerostáticos, con el fin de profundizar en el estudio de estas radiaciones que se presagian como importante fuente de peligro, con el que habría de enfrentarse el hombre en su futuro progreso por el espacio.



VI. LA MEDICINA AERONAUTICA

EN LA ERA DE LOS AVIONES A HELICE.

Una fecha histórica de gran trascendencia aeronáutica, la del 17 de diciembre de 1903, en la que los hermanos WRIGHT realizaron los primeros vuelos a motor, en Kitty Hawk (Carolina del Norte), viene tradicionalmente marcando el comienzo del vuelo humano con aparatos más pesados que el aire, plasmando en realidad los quiméricos sueños de LEONARDO DA VINCI.

Están, no obstante, los rusos en desacuerdo con esta opinión tan generalizada y recaban tal honor para su compatriota MOZHAISKII, que sostiene escribió el primer proyecto de máquina voladora ya en 1855, desarrollando tal idea influenciado por el estudio del vuelo de

los pájaros y de experimentos con cometas y otros modelos voladores. Afirman los rusos que MOZHAISKII realizó, en 1877, el diseño de la máquina voladora, más pesada que el aire, y que el Departamento de Empresas y Manufacturas de Petersburgo otorgó, en 1881, Patente de Invención a MOZHAISKII, para su instrumento volador, patente en la que se incluían los principales elementos de un verdadero aeroplano (alas, fuselaje, unidades de potencia y controles).

MOZHAISKII, escribía:

"Se aprecia del diseño, que la máquina voladora "consiste en un bote que puede soportar un motor y "a personas, dos alas fijas, una cola susceptible de "bajar o subir para cambiar la dirección del vuelo, "arriba o abajo, una placa vertical susceptible de "movimientos a la derecha o zquierda, que permite "cambiar la dirección lateral de la máquina, una hélice anterior grande y dos pequeñas en la parte posterior, para compensar la anterior y poder efectuar "giros, y un soporte con ruedas en la parte inferior, "para mantener en equilibrio toda la máquina y permitirle correr en dirección opuesta al viento, manteniendo la superficie de las alas y la cola dirigidas al horizonte con cierta inclinación hasta adquirir velocidad suficiente para mantenerse en vuelo".
"(80)

Relata SERGEYEV, de cuyo libro tomamos también los párrafos anteriores, que:

"El 20 de julio de 1882, el avión de MOZHAISKII, "pilotado por GOLUBEN y en presencia de muchos aeronautas, corrió a lo largo de una pista de madera "hasta alcanzar la velocidad suficiente, despegó y "voló más de cien sajenes (1 sajene = 2.134 m.)".

Sigue su relato SERGEYEV reconociendo que la máquina de MOZHAISKII no siguió desarrollándose en el futuro y que el verdadero desarrollo de la aviación no empieza hasta los primeros años del siglo XX. (81)

No sería justo dejar en el olvido los tenaces es-

fuerzos realizados por otros distintos investigadores en pos del vuelo con "más pesados que el aire" a que ya hicimos mención al tratar de la Época teórica de la Aeronáutica, ni podemos sustraernos al relato aunque sea somero, de distintos experimentos precursores que consideramos, cuando menos, facilitantes del señalado logro.

El primer aparato del que se tiene noticia, se eleva en el aire por sus propios medios fue una especie de pequeño helicóptero ideado por LAUNOY y BIENUENU, que fue presentado a la Academia de Ciencias de París en 1784. Consistía en dos pequeñas hélices que giraban en sentido contrario, movidas por un cordel arrollado que tiende a desenrollarse por la acción de una pequeña lámina de acero.

En 1796, el científico inglés CAYLEY, acomete una serie de experimentos con aparatos más pesados que el aire, que inicia con maquetas de helicópteros, y continua con planeadores estabilizados con aletas horizontales y verticales y timones de dirección. Posteriormente, se dedica a perfeccionar la hélice de LEONARDO.

Establece CAYLEY los principios del biplano, siendo el primero que estudio los efectos de la resistencia del aire, que trató de contrarrestar con líneas aerodinámicas. Se dice que llega, incluso, a predecir la aplicación de los motores de combustión interna a las aeronaves.

Sus principales estudios aparecen publicados en 1809, en unos artículos del Journal de Nicholson.

El también científico inglés WILLIAM HENSON y su mecánico JOHN STRINGFELLON continuaron las experiencias de CAYLEY y construyeron una diminuta máquina de vapor que experimentaron con distintos modelos, logrando, en el año 1848, con un modelo de aeroplano de unos diez pies

de envergadura, precursor de los primeros monoplanos, que se sostuviera en el aire y volara con energía propia pero sin tripulante que pudiera controlar sus evoluciones, por lo que el aterrizaje era violento.

La inquietud sigue alimentándose y en la segunda mitad del siglo XIX se realizan notables experimentos con planeadores capaces de transportar personas. LEBRIS y PENAUD, en Francia; LILIENTHAL, en Alemania; PILCHER, en Inglaterra y MONTGOMERY y CHANUTE, en Norteamérica, idearon eficaces planeadores, descubriendo en el curso de sus investigaciones nuevos e importantes principios aeronáuticos aplicados al vuelo de aparatos más pesados que el aire. OTON LILIENTHAL después de más de 2.000 lanzamientos desde colinas o tejados, paga tributo con su vida al morir, en 1896, pilotando un planeador al lanzarse desde la cumbre de una montaña y caer violentamente desde unos 17 m. Pocos momentos antes decía a sus ayudantes: "Es preciso que haya víctimas".

En Francia, CLEMENTE ADER, construyó el "Eole", aparato complejo, provisto de alas regulables copiadas del murciélago y realizó un vuelo en un parque privado, en 1890; iba propulsado con un motor a vapor de 2 cilindros, pero resultó ingobernable. Realizó ADER, posteriormente, en 1897, ayudado por el gobierno francés, nuevas experiencias con un bimotor, con resultados no claros, ya que las pruebas se llevaron en secreto hasta que, después de conocido el éxito de los hermanos WRIGHT, se dijo que ADER había realizado vuelos de 50 a 300 m.

En Inglaterra, HIRAM MAXIM intentó, en 1894, volar a bordo de un gigantesco "Multiplan", gran aeronave de 512 m², con motor de 360 C.V., que en su prueba definitiva desarrolló una fuerza ascensional tan grande que arrancó el rail a que estaba sujeto, y él, dándose cuenta de que la nave era ingobernable, cortó el vapor, estrellándose contra el suelo, sin sufrir de su parte le-

siones de consideración.

El científico norteamericano SAMUEL P. LANGLEY realizó, en 1896, con un modelo provisto de motor a vapor, varios vuelos de longitud considerable. Subvencionado por el Congreso de los EE. UU. construyó con MANLEY un motor potente, de bencina y en forma de estrella, pero en dos pruebas realizadas, en 1903, no tuvo éxito.

Nueve días después del fracasado intento de LANGLEY, ORVILLE y WILBUR WRIGHT, dos hermanos naturales, de Day-

ton (Ohio) lograron la realidad práctica del anhelado vuelo humano.



Fig. 27. Los hermanos Orville y Wilbur Wright y su aparato "Flyer" Año 1903.

Los hermanos WRIGHT eran discípulos de CHANUTE y conocían minuciosamente su obra: Los progresos de la máquina voladora que resumía todos los conocimientos aeronáuticos de la época. Estudiaron los escritos de: PENAUD, LILIENTHAL, CAYLEY, MOUILLARR, MAREY y otros muchos. Conocieron los errores de LANGLEY y de MAXIM. Analizaron

con detalle todo lo que había hecho en el campo de la Aeronáutica, y sacaron sus conclusiones a las que añadieron sus propias ideas. No son, pues, unos auténticos pioneros, sino que su obra sintetizó todo un siglo de experimentos.

Habían llegado los hermanos WRIGHT a la conclusión de que el control y la estabilidad de la máquina voladora eran dos factores fundamentales. En 1902 habían resuelto ya el problema del mando lateral mediante el empleo de timones de dirección vertical combinados con extremos de alas articuladas susceptibles de moverse hacia arriba y abajo.

En otoño de 1903 montaron su aparato en las dunas arenosas de Kitty Hawk, de la costa de Carolina del Norte, y el ya citado 17 de diciembre, después de un intento fallido cuatro días antes, lograban los primeros vuelos en aeroplano, coronados por el éxito. Realizaron en dicho día cuatro vuelos: el primero desarrollado a unos tres metros de altura duró unos doce segundos, con un recorrido de treinta metros, y el más largo tuvo una duración de 59 segundos en los que cubrieron 260 metros. El hombre acababa de conseguir: elevarse a motor con aparatos más pesados que el aire, avanzar y mantener su gobierno durante el vuelo.

Espoleados por el éxito, los hermanos WRIGHT volvieron a Dayton, construyeron un aeroplano mayor, y antes de finalizar el año 1904, consiguieron poder maniobrar en redondo y salvar distancias superiores a los 32 kms. Efectuaron en sólo este año más de 500 vuelos en línea recta, círculo y espiral.

La Era del avión a Hélice, objeto de este Capítulo, ha comenzado y, a pesar de comprender sólo unos cuarenta años, está jalonada por hitos muy importantes que la fraccionan en épocas de características muy definidas, tanto técnicas como, consecuentemente, médicas, lo que, por otra parte, facilita sin duda su estudio histórico y así:

Desde el primer vuelo a motor de los WRIGHT (1903) hasta la I Guerra Mundial es una época fundamentalmente

deportiva de la Aviación. Viene luego el primer conflicto bélico mundial durante el que la Aviación Militar se "siente necesitada" de un gran impulso y los logros superan a las pretensiones más optimistas y sus evidentes progresos inciden decisoriamente a la terminación del mismo en el desarrollo de la Aeronáutica civil. Surge, finalmente, la II Contienda Mundial, durante la cual los avances de la ciencia aeronáutica son sorprendentes, contribuyendo al fin de la misma a una alta madurez de la Aviación civil y comercial, entretanto se va ya imbricando la Era de la Aviación a Reacción, objeto del siguiente Capítulo. (82)

Aprovechando, pues, las incidencias de las dos Guerras Mundiales y en atención a lo que supusieron en cuanto al avance de la Aeronáutica, dividimos esta Era para su estudio en: una primera época o deportiva, anterior a la I Guerra; otra segunda época, que ocupa el espacio comprendido entre el comienzo de las dos Guerras. Finalmente, una tercera época, que se extiende desde el comienzo de la II Guerra hasta la Era del avión a Reacción.

A) Epoca deportiva de la Aviación:

La Aeronáutica es, en sus principios, una actividad exclusivamente deportiva; debe su vida a los deportistas del aire, hombres ilusionados y ansiosos de volar por el sólo placer del vuelo; por supuesto, desprovistos de afán bélico alguno y de lucro personal.

A lo largo de toda su vida seguirá la Aeronáutica siendo en parte deportiva, pero sólo hasta el I Conflicto bélico, exclusivamente deportiva. La Medicina Aeronáutica es durante esta época, Medicina de deportistas.

Como tal deporte se crean pruebas: al principio elementales competiciones con ambiente de auténticas epopeyas. Aparecen entusiastas del vuelo por todo el mundo

y ya, en 1905, surge una organización internacional para la reglamentación de estas prácticas deportivas: La Federación Aeronáutica Internacional (F.A.I.), en cuya fundación derrochan entusiasmo el francés, Conde de LA VAULX; el belga, Conde de OULTREMONT y el Comandante alemán, MOEDBECK que expusieron conjuntamente su proyecto de agrupación de los deportistas del Aire en la Reunión del Congreso Olímpico de Bruselas, del 10 de junio de 1905. De esta Reunión salieron redactadas las bases, las cuales fueron luego publicadas en la Revista L'Aerophile, bajo el título: "De la necesidad de una Federación Universal para el progreso y vulgarización de la Aeronáutica Científica y Deportiva". (83).

En 1906 el brasileño SANTOS DUMONT se eleva en París, con un aparato de su propio diseño, logrando recorrer 220 metros en 21 segundos; BLERIOT, alcanza velocidades de 72 kms. En 1908, VOISIN, voló durante 15 minutos y en este mismo año, el Ejército de los EE. UU. compra a los hermanos WRIGHT un aparato, después de que en la prueba WILBUR realizara un vuelo sobre Francia con record: de duración, 2 horas y 21 minutos; de distancia, 124 kilómetros y de altura, 115 metros.

A partir de esta fecha el interés por la Aeronáutica recibe reiterados estímulos con las competiciones deportivas; estamos en la época de las carreras y los raillies: El ingeniero francés, BLERIOT, atraviesa, en 1909, el Canal de la Mancha, de Calais a Dover, en 35 minutos, en un monoplano de 25 C.V. En 1910, Francia comienza a preocuparse de la Aviación Militar y pone en servicio, a principios del año, varios aviones, ejemplo que sigue Alemania y al año siguiente Inglaterra. El ejército español adquiere, en 1910, dos "Henri Farman" y un "Maurice Farman". En el mismo año de 1910, surca los aires el primer hidroavión, el "Canard" de FABRE. A fines de año se pulverizan prácticamente todos los records, y así: el 29 de octubre, el francés LEBLANC pone

el de velocidad en 79,200 kms/hora; el 9 de diciembre LEGANIER consigue el de altura, de 3.100 metros; el 18 de diciembre FARMAN alcanza el de 8 horas, 12 minutos y 4 segundos de duración, y el 30 del mismo mes TABUTO, pone el de distancia en 587,7 Kms.

En 1911, VEDRINES gana la carrera París-Madrid en un monoplano "Morane-Borel". BEAUMONT, la París-Roma con un "Bleriot" y el Círculo Europeo Paris-Lieja-España-Lieja-Venloo-Utrecht-Breda-Bruselas-Roubais-Dunkerque-Amiens-Paris, del 18 de junio al 7 de julio y la vuelta a Inglaterra, del 22 al 26 de Julio. En este mismo año RODGERS en un biplano Wright hace la primera travesía aérea de los EE. UU., de Nueva York a Los Angeles.

En la campaña de Libia de 1911 hacen por vez primera los aviones su aparición en el campo de batalla. Se trata de "Bleriot" italianos.

En este mismo año de 1911, se inaugura el Aeródromo de Cuatro Vientos en Madrid, y al año siguiente adquiere España tres "Nieuport" y varios "Bristol", con lo que se crea, en 1913, el Servicio de Aviación Militar, que realiza en el mismo año, en noviembre, misiones bélicas durante la campaña del Rif.

El 12 de septiembre del mismo año de 1913, nace la aviación acrobática, con el primer vuelo invertido y el primer rizo hecho por PEGOUD en un monoplano "Bleriot". Pocos días después, el también francés GARROS, atraviesa el Mediterráneo de Saint Raphael a Bizerta en un recorrido de 800 kilómetros.

Una vez más los rusos recaban para un compatriota suyo, en este caso para NESTEROV, el honor de la introducción de la acrobacia aérea, aseverando que logró "rizar el rizo", el 27 de agosto de 1913, que creó la acrobacia aérea, basándose en cálculos teóricos y estudios prácticos, que ya antes, en 1910, NESTEROV escribió:

"Que debemos llamar la atención sobre el control .
"instintivo constante del avión y que el avión no de-
"be ser controlado por los instintos, sino por los
"razonamientos".

Atribuyen a NESTEROV la introducción de los giros y la descripción del fenómeno de "inversión de mandos", en virtud del cual, cuando el giro es de más de 45°, el timón vertical se transforma en elevador y el horizontal hace las veces de vertical, llegando a dominar la "espi-
ral" y "los tonos" y contribuyendo a lograr las largas distancias, con un vuelo en 1914 de Kiev-Odessa-Sebastopol, en 10 horas y 35 minutos, y otro de Kiev a Gatchina de 1.250 Kilómetros, cubiertos en 8 horas. (84)

En el suceder de los años las más optimistas esperanzas, en cuanto a velocidades, techos y autonomías, son superadas. Resultan muy acertadas y reveladoras las frases del general francés ROQUES:

"La aviación marcha como sus aparatos, a veloci-
"des de explosión. Para ella los días valen por años,
"su historia se crea más de prisa que se escribe". (85)

Al paso del progreso de la técnica aeronáutica se empieza a pensar en la conveniencia de adaptar los para-
caídas, que hasta entonces habían de ser lanzados abier-
tos, para ser utilizados por los tripulantes de los avio-
nes. Faltaba el modo de poderlos llevar debidamente do-
blados en espacio reducido y el dotarles de un dispositi-
vo que permitiera su apertura en el momento oportuno, ya
a cierta distancia del avión. Es el norteamericano JOHN
BERRY, en 1912, el primero en lanzarse desde un avión,
experiencia repetida asimismo con éxito al año siguiente
por el francés PEGOUD. Este feliz resultado condujo a su
aceptación por la aviación militar de los distintos paí-
ses y sería el motivo de salvación de muchas vidas en años
posteriores, principalmente durante los conflictos mundia-
les.

Merece reseñar el record de velocidad de 200 Km/h. . conseguido por PREVOST, en 1913, el de altura de 6.225 m. logrado en 1914 por el argentino NEWBERRY, así como el conseguido pocas semanas después, también de altura, por el alemán LINWEKAGEL que alcanza los 8.150 metros.

En los primeros años de esta época los vuelos de los "más pesados" no presentan problemas médicos; ni la altura a que se realizan, ni la velocidad a que se desenvuelven son obstáculos; pero insensiblemente con el progreso mecánico el deporte aéreo ha ido ampliando su techo y aumentado sus velocidades hasta el punto de constituir una agresión para el aeronauta, con lo que se hace necesaria la colaboración de la Medicina, sin cuyo concurso el progreso técnico se vería forzosamente frenado.

El estudio de la Fisiopatología del vuelo se ha convertido en una exigencia, ya que si bien es verdad que ya se conocen los efectos de la altura por la práctica de la aerostación y, sobre todo, por la permanencia en altas montañas, a partir de ahora van a entrar en escena nuevos estímulos: los de la velocidad y de los cambios de dicha velocidad -aceleración-, sin olvidar la incidencia de los factores psicológicos del vuelo.

Ya en 1910 aparece en Francia un trabajo de MOULINIERE que trata del efecto del vuelo sobre la presión sanguínea, trabajo que confiere a MOULINIERE el honor de ser el primero en llevar un equipo médico a un Aeródromo para estudiar a los pilotos antes y después del vuelo. (86)

En 1911 MOULINIERE en colaboración con CROUCHET continuó los trabajos y estudiaron de manera más amplia las alteraciones cardiovasculares, reconociendo a varios pilotos que habían volado durante periodos de tiempo relativamente cortos y moderadas alturas, detectando elevaciones de la presión arterial y otros efectos nacidos de los cambios bruscos de altura. (87)

Como continuación a estas investigaciones CROUZON, en 1912, presentó una Comunicación a la Sociedad de Biología de París, sobre los "Cambios de la presión sanguínea en vuelo, en dos pilotos, a 2.050 metros". (88)

En el mismo año, BONNIER, aportó su punto de vista sobre el papel de la sensación estática en los pilotos, (89) y MARQUIS publicó: "Higiene práctica del aviador y del aeronauta". (90)

Si bien ya en 1899, DUMAITRE había sugerido ya el uso del balón esférico para el rescate de heridos en el campo de batalla, es en 1910 cuando MADS MARVING, médico y piloto, tiene la idea de adaptar a un monoplano biplaza, tipo "Deperdussin" de 100 C.V. una armadura metálica recubierta con cristales a la que podía adaptarse con acceso posterior una camilla de un herido. Venía esto a significar el primer intento de evacuación aérea de heridos. Su idea sería aceptada y poco tiempo después BEDOURT diseñaría otro modelo para acoplamiento de dos camillas debajo de las alas inferiores de un "Bleriot" de 300 C.V. La utilidad de las evacuaciones aéreas sanitarias era un hecho real. (91)

A partir de 1912 cuando los techos de los aviones van aproximándose a los 5.000 metros, surge la necesaria preocupación por la disminución parcial del O_2 y por el frío de la altura, lo que condujo al estudio de las medidas de protección, de inhalación de O_2 y de lucha contra el frío.

Por otra parte, en el orden de las publicaciones, ya en 1907 había aparecido en París un folleto de cinco páginas, del que es autor NAQUET, titulado "Fisiología y consideraciones generales concernientes a los aeronautas, navegantes aéreos y aviadores" (92). A partir de dicho año aparecen esporádicamente algunas publicaciones sobre Medicina Aeronáutica en artículos periodísticos o Mono-

grafías; aproximadamente desde esta fecha al comienzo de la I Guerra Mundial unos treinta trabajos. Destaca entre ellos por su interés el libro de CROUCHET y MOULINIERE, Les Maux des Aviateurs, aparecido en 1912. En él insertan los autores los datos por ellos obtenidos en dos años de observación de las reacciones cardiovasculares de los pilotos, y describen la respuesta fisiopatológica consecuente al vuelo, insistiendo en la reducción de presión sanguínea, taquicardia, y síntomas de mareo e inconsciencia. El libro está dividido en cinco Capítulos: Fisiología del Vuelo, Síntomas del Mal del Aire, Entrenamiento y fatiga del piloto, Higiene aérea y Contraindicaciones de la práctica del vuelo. Dedicar un buen número de páginas a analizar la fatiga, el esfuerzo físico y mental, la neurosis aérea, los efectos del frío, la velocidad y otros factores de situación. (93)

A pesar de sus incorrecciones y aseveraciones más que discutibles, el libro fue muy leído, tanto en Francia como en Inglaterra, hasta el punto de que pocos años más tarde, en 1920, traducido al inglés, se convierte en libro de texto de Medicina Aeronáutica en Inglaterra.

Asimismo, es interesante el trabajo aparecido ese mismo año Degli infortuni aviatori e dei mezzi di protezione per gli aviatori, del que es autor el piloto y Médico italiano L. FALCHI. (94)

Destacan también los trabajos de: DREYER y WALKER Contribution to the study of the effect of altitud on the blood, (1913) (95); el de SCHROTTER, Hygiene des fliegern (96); el de FALCHI, Sull idoneita al Servizio Aviazione (97), y los de los americanos GREEN y JONES Some Aeromedical Observations (98) y The ear and Aviation (99), respectivamente.

En mayo de 1911 aparece en el periódico británico Flight una publicación sobre aviación y sentido co-

mún de la que aparece como autor WILBURG, autor que no es identificado ni por el editor, ni por la Asociación Médica Británica. Escribe con un conocimiento de la Fisiología respiratoria y circulatoria que hace pensar sea médico. Dice que los aviadores que vuelan a altas cotas presentan los mismos síntomas ya observados en aeronautas y ascensionistas. Enumera los daños de la hipoxia y recomienda a los navegantes llevar un balón de O₂ para la respiración a altas cotas, usar ropas suficientemente protectoras, para evitar el frío y las heridas; evitar el vuelo cuando estén debilitados por la fatiga, hambre, desaliento, o por haber sufrido una atmósfera fría o sofocante, ya que tal situación debilita los nervios y agrava las dificultades respiratorias provocadas por la disminución de la presión atmosférica.

Se citan en esta publicación las investigaciones de VON LIEBIG, WEBER, BERT y PRAVAT y CAMPANA para explicar su tesis, según la cual numerosos célebres aviadores de su época, dando pruebas de poco sentido, se han visto obligados a abandonar el vuelo a causa de accidentes y trastornos generales y nerviosos provenientes de un mal funcionamiento del corazón, fatiga de los pulmones, accesos de vértigo y trastornos semejantes en vuelo. Piensa que la fatiga nerviosa intensa del vuelo arruinará en poco tiempo los más templados nervios hasta el punto de convertirle en un hombre inepto para volar. (100)

En el Journal of the Medical Association de 1º de agosto de 1914, aparece un trabajo sobre los factores físicos en aviación, del que es autor OVINGTON, piloto de competición que había transportado el primer correo aéreo de los EE. UU. En él, OVINGTON, en contra de la opinión de LOEWY y PLAZVEK, que dicen encontrar en los sujetos expuestos a alturas simuladas de 4.000 metros manifestaciones de falta de atención, disminución de la concentración y merma de capacidad para actuar con precisión atribuible a falta de aire, dice que siempre ha

confiado en el vuelo de altura y que está convencido que es siempre menos peligroso que el bajo. (101)

La necesidad de selección del personal de vuelo se empieza a dejar sentir en todos los países con ambiciones aeronáuticas y ya, a partir de 1910, en Alemania se exigen unas determinadas condiciones físicas a los pilotos militares, coincidente con la creación de un Servicio Médico independiente para ellos. Se le prestó interés a los "Tests" psicológicos para la selección del piloto, valorando la atención, la memoria, el tiempo de reacción, la timidez, la percepción y la orientación. Se instituyeron programas para mantener en forma al piloto, con estrecha supervisión médica, esmerada selección y control periódico. También en Francia inquieta la salvaguardia de la salud de los pilotos y la racionalización de su trabajo y aparecen publicaciones de Medicina Aeronáutica sobre selección y Fisiología e Higiene de los aviadores. Puede decirse con esto que el desarrollo de la Medicina Aeronáutica está en marcha.

En Rusia ya en 1900 renació la actividad del Departamento de Aeronáutica de la Sociedad Técnica Rusa, que había sido creado en 1880 y permanecía inactivo. En 1908 se crea el Club de Vuelo de todas las Rusias que envía a Francia en 1909 a un número de jóvenes a estudiar a la Escuela Francesa de Vuelo, que regresan convertidos en pilotos en 1910. Se abre en este mismo año la primera Escuela Rusa de Vuelo, en Sebastopol, y la Escuela para Oficiales de Gatchina, construyéndose el primer avión ruso "Rossiya A".

En los Archivos de la Escuela de Vuelo de Sebastopol existe (Sergeyev) información referente a que ya los médicos de la misma aconsejaban y daban normas de seguridad a los pilotos y así en la Norma núm. 42, de 1911, se dice:

"Se ha establecido que los pilotos no deben tomar bebidas con alcohol en las doce horas anteriores al vuelo y se prohíbe el uso de vino en todas las reuniones oficiales". (102)

Otra orden del mismo año aconseja a los alumnos que "no deben comer desde dos horas y media antes del vuelo, para evitar roturas de intestino en caso de accidente". (103)

No obstante, se considera en Rusia el 14 de julio de 1909 como el día en que nació la Medicina de Aviación rusa, ya que fue la fecha en que se sugirió en la Reunión del Comité del Club Aéreo la necesidad de examinar médicamente a los pilotos, adoptando la Resolución:

"Este Comité, resuelve que los miembros del Club de Vuelo sólo se les permitirá volar si se someten a un examen médico". (104)

Los niveles de condición física se irían confeccionando en el curso de exámenes sistemáticos y es RYNIN el principal propulsor de esta problemática, así como del estudio de la Psicología e Higiene del Vuelo.

La Revista El Aeronauta comienza a publicar artículos médicos desde 1911, y FELDBERG, especialista en O.R.L. y uno de los pioneros médicos entusiastas del vuelo, confeccionó el primer programa de examen médico para pilotos, que se publicó en 1912. (105)

En los Archivos Internacionales de Laringología, Otología y Rinología, de 1910, aparece un trabajo de OKUNEV sobre "Los efectos de los distintos factores en Aeronáutica y Aviación que afectan al oído, en enfermos y sanos", en el que OKUNEV sacó la conclusión de que sólo en ascensiones y descensos rápidos se desencadenaban en oído molestias dolorosas y que en los pilotos militares se había de procurar que no sufrieran tales molestias y que los que hubieran de volar tuvieran derecho a pensión especial y otras ventajas, en caso de enfer-

medades del oído que les obligaran a dejar el empleo aeronáutico. (106)

En la revista Vestnik Vozdukhoplavaniya núm. 21, de 1910, aparece un trabajo anónimo sobre los "Fenómenos fisiológicos en las altas cotas". En el número 2 de la misma revista, de 1911, otro de GRUZON sobre el mismo tema, y en los números 3, 4 y 9, se publican otros trabajos sobre: "La salud y la visión en Aviación", "La presión sanguínea en los aviadores" y "Enfermedad de los aviadores", de los que son autores BEKNEV, D.F. y DAMPER, respectivamente.

En 1912, en la Gaceta Vrachebuaya aparece una publicación de VLADYCHKO sobre "Los efectos del vuelo en el oído", y en el número 3 de Volnnyi Sbornik, el trabajo de SHAMKOV "Estado psicofisiológico de los aeronautas durante el vuelo", que se publicó al año siguiente en una Separata. Consta de dos partes: la primera trata de los efectos del movimiento de la máquina durante el vuelo; estado emocional, sensaciones de movimiento y dirección, y del mareo. La segunda parte estudia el efecto del ambiente y circunstancias; composición de la atmósfera, síntomas de la enfermedad de altura y síndrome de la fatiga de vuelo. (107)

En la Escuela de Aeronáutica de Gatchina se forman los Oficiales Médicos Militares de Aviación. En ella se estudia en primer lugar la necesidad de selección de candidatos y los requerimientos para los pilotos. El Departamento de Guerra, fundador de la Escuela, emite una orden que enuncia las enfermedades y deficiencias físicas que pueden eliminar a los Oficiales, miembros de categorías inferiores y técnicos civiles del Servicio Aeronáutico, poniendo ya como tope la edad de 45 años para el servicio de Aeroplanos y 58 para el de balonistas. Se creó una Comisión Médica de Vuelo y los requerimientos médicos y sanitarios son tenidos en cuen-

ta en los Comités Científicos. Se presentan informes sobre instrumentos y equipos de estudio, normas de examen para aspirantes, equipos de vuelo, botiquines de vuelo para pilotos, etc. Entre los años 1911 a 14, el Departamento de Guerra publica varias órdenes al respecto e incluso una, en 1912, sobre pensiones de pilotos y pilotos observadores, fijando cuantías según el tiempo de servicio. (108)

En EE. UU. el Departamento de Guerra decreta, en 1912, las primeras Instrucciones para el examen físico de los candidatos a piloto, y en Inglaterra, se crea The Royal Flight Corps con su Cuadro de exigencias para los aspirantes a ingreso. En Francia e Italia se toman, en 1914, las mismas medidas.

En Argentina se crea, en 1912, la Escuela de Aviación Militar, si bien ya, en 1908, se había creado la primera institución aeronáutica argentina: El Aero Club Argentino.

El Reglamento Orgánico de la Escuela determina, en su artículo 16, que los candidatos a Vuelo, alumnos de esta Escuela, han de ser sometidos a un examen médico que compruebe la regularidad funcional de los diferentes órganos, principalmente del corazón, pulmón, oído y vista; y en el artículo 17 se determina que a la solicitud ha de adjuntarse un certificado médico con indicación de peso y aptitudes físicas. De todos modos no se disponía de médicos especializados en Aeronáutica, ya que todavía no se había planteado la necesidad de una verdadera Medicina Aeronáutica. (109)

En España, en 1912, el capitán Médico PEREZ NÚÑEZ se hace piloto en la Escuela de Cuatro Vientos y se queda de Profesor de Vuelos en la propia Escuela. También el Capitán Médico MARIN AGUIRRE obtiene más tarde el título de piloto.

PEREZ NUÑEZ preocupado por el problema humano del vuelo, estudia Medicina Aeronáutica. Intuye la importancia que tienen para el vuelo las perfectas condiciones físicas y psíquicas del hombre y con los reducidos y primitivos medios a su alcance organiza en la propia Escuela de Cuatro Vientos el primer Centro de España para reconocimiento de aviadores que en años posteriores pudo conseguir ir dotando de los mejores aparatos de exploración médica de que se disponía en el mercado por aquella época. (110)

Por su contenido, consideramos de interés histórico el primer Cuadro de Exigencias Médicas, redactado por el Departamento de Guerra de los EE. UU. en 1912, de él entresacamos las normas más importantes:

"Los órganos de la respiración y circulación serán cuidadosamente examinados y cualquier enfermedad del corazón o sistema arterial, será motivo suficiente para la eliminación del aspirante".

"Las enfermedades del S.N. serán cuidadosamente valoradas".

"La agudeza visual sin gafas será normal. Cualquier error de refracción que requiera corrección por faras, u otra causa que disminuya la agudeza visual por debajo de los límites normales, será causa eliminatoria. La discromatopsia es causa de exclusión".

"La agudeza auditiva ha de ser meticulosamente valorada y el oído bien examinado con espejo y espéculo. Cualquier disminución de la agudeza auditiva por debajo de los límites normales, será motivo de eliminación e igualmente cualquier enfermedad del oído medio o interno, tanto aguda como crónica, como asimismo, los procesos de esclerosis o lesión del nervio auditivo, serán motivo de eliminación."

"Para descubrir enfermedades ocultas del oído interno se practicarán las siguientes pruebas del equilibrio:

"1º Invitar al candidato a mantenerse en pié con las rodillas, talones y piés juntos."

"2º Ordenarle avanzar a saltos alrededor de la habitación."

3º Ordenarla avanzar a saltos alrededor de la habitación."

"Los exámenes precedentes habrán de practicarse con ojos alternativamente cerrados y abiertos. Cualquier resistente desviación a derecha o izquierda o la presencia de un nistagmus es indicio de enfermedad del oído interno y ha de considerarse como posible causa de eliminación". (111)

El Alemania se crea en 1912 por la Sociedad Alemana de Aviación y Aeronáutica, el Comité para la Selección de Aspirantes, siendo los más destacados miembros del mismo: FRIEDLANDER, ZUNTZ, FLEMING y KOSCHEL; siendo KOSCHEL el que en su publicación de 1913, sobre las "Condiciones que debe tener el Piloto de Aviones", describe un número de puntos necesarios para la selección médica de los aspirantes, anticipo de normas que no se pondrían en vigor oficialmente hasta tres años más tarde. (112)

En Italia es escasa la información médico-aeronáutica antes de la I Guerra Mundial. Se publica en 1911 en el G.M. Militari Italian un trabajo de NIEDDU-SEMIDEI titulado "Aptitud física para el Servicio Aeronáutico" (113), y en la misma Revista dos artículos de FALCHI: "Aptitud para el vuelo" y "Análisis de los distintos casos de Injurias del Vuelo" a los que ya se hizo referencia varias páginas atrás en los años 1911 y 1912.

La información Médico-Aeronáutica hasta ahora recogida pone en claro que durante los diez primeros años de la existencia de la Aviación, fueron Francia, Rusia y Alemania los primeros países que dieron médicos entusiastas y estudiosos de la Medicina Aeronáutica, si bien que indecisos en cuanto hacia dónde concentrar sus atenciones, si sobre Fisiología, Higiene o Patología profesional del Vuelo. Aumentó su eficacia al no contar con estudios experimentales, limitándose a recoger sensaciones subjetivas durante el vuelo y, por consiguiente, adquiriendo y transmitiendo ideas exageradas sobre la complejidad y pe-

ligro de los ascensos a 2.000 y 3.000 metros. Dominaba la opinión y conformismo de que todo progreso tiene su precio: "El hombre paga todo logro" (PACHON), "La conquista del aire ha traído una nueva enfermedad al hombre" (CROCHET y MOULINIERE), "...y nuevos desórdenes a los órganos sensoriales" (OKUNEV). (114)

Ninguno de ellos creyó posible valerse de los estudios de los fisiólogos en ascensiones a altas montañas, tampoco utilizaron información de las ascensiones en globo a altas cotas, ya que partían de que el volar era actividad completamente desligada del balonismo. Sin embargo, sus esfuerzos sustentaban una de las principales tendencias de la Medicina Aeronáutica: la selección minuciosa.

Puede considerarse este problema de la Selección como el "Primus Movens" de un posterior desarrollo de la Medicina Aeronáutica: investigación de altas cotas, gran velocidad y vuelo a ciegas.

Posteriores investigaciones han de rendir recuerdo admirado a estos grandes pioneros que casi intuitivamente consiguieron establecer los requerimientos esenciales de aptitud fisiológica para pilotos, y escribir de este modo el primer capítulo en el nuevo y subyugante libro de la Historia de la Medicina Aeronáutica.

B) Epoca Médico-Aeronáutica comprendida entre el comienzo de las dos Guerras Mundiales (1914-1939)

En 1914, cuando hizo estallido la I Guerra Mundial, los aviones de todos los países eran muy semejantes: débiles, pequeños, lentos, de escaso techo y autonomía y poco manejables.

Francia y Alemania disponían cada uno de unos 250

viones en servicio; Rusia y el Reino Unido, unos 180 e Italia, 84. La velocidad que podían alcanzar era, como máximo, entre 90 y 110 km/hora, y el techo, de 2.000 a 2.500 metros, con una capacidad de carga de unos 300 Kgs. No se confiaba en su utilidad más que como medio de reconocimiento y no llevaban armamento. Muy pronto pudo verse su utilidad para la guerra: se hizo imprescindible para tomar fotografías y corregir el tiro de artillería; se le dotó de armamento -predominantemente de ametralladoras-; se diseñaron nuevos tipos capaces de alcanzar mayor velocidad y fuerza ascensional y comenzaron los duelos aéreos que pronto se convirtieron en luchas de escuadrillas. Los bombardeos con pequeñas bombas lanzadas a mano fueron trascendentes y es ya a final de la guerra cuando aparecen los bombarderos pesados. El hidroavión presta su servicio durante toda la guerra a lo largo de las costas. En 1917 aparece el primer portaviones, el "Furios".

La fuerza aérea consigue su mayor potencia durante la ofensiva de septiembre de 1918 contra Saint-Michel, en la que al mando del General norteamericano Billy Mitchell se reúnen 1.500 aviones de todos los tipos, para tratar de arrebatarse a los alemanes el dominio del aire. A pesar de todo, la aviación era todavía joven y discutible su importancia como arma combatiente, no obstante a su agigantado progreso durante la guerra, progreso que se refleja en todos los países combatientes en el número de aviones en servicio al terminar la contienda; 20.000 en el Reino Unido y Francia y 18.000 en Alemania. EE. UU. que entrara en la guerra ya en 1917 con sólo 55 aparatos anticuados y un puñado de novatos pilotos, disponía al final de la misma de 24 fábricas, capaces de producir 21.000 aeroplanos al año, siendo sus efectivos de personal aeronáutico de 20.000 oficiales y 170.000 soldados. (115)

En la contingencia de la I Guerra toma también in-

cremento la Aviación sanitaria y así, en Francia se transforman más de 60 aviones de guerra en sanitarios, en los que se toman medidas de seguridad técnica y se busca confort. Se piensa no sólo en hacer evacuaciones, sino en poder transportar al frente de combate personal sanitario e instalaciones médico-quirúrgicas (Rayos X, autoclave, instrumental), conociéndosele a esta modalidad de avión sanitario concebido por TILLMANT NEMIROWSKI con el nombre de "Aerochier". Con él se realizaron importantes servicios, si bien luego al conseguir evacuaciones más rápidas con nuevos tipos de aviones sanitarios, se consideró más útil el pronto traslado a Centros Hospitalarios bien dotados, donde los heridos y enfermos podían ser operados o tratados con mayores garantías. (116)

Rusia, después de la Revolución de octubre, sólo disponía de un pequeño número de Unidades aéreas equipadas con anticuados aviones (Niuports, Voisins, Fokkers y Spads) las conocidas como "Cafeteras Volantes". En 1917 se creó la Primera Unidad de la Fuerza Aérea y la Oficina del Comisariado de las F.A. con la misión de formación de cuadros. Al año siguiente se crea la Administración de Aviación y Aerostación del Ejército de Campaña y el Instituto de Aerohidrodinámica de Tsagi. En el mismo año 1918 se fundan: la Escuela de Vuelos de Moscou la Escuela de Aviación de Gatchina, la de Pilotos Observadores de Petrogrado y la de Aviación de Kiev. En 1919 se fundan las F.A. Rojas, constituidas por 62 Unidades que contaban en total con unos 300 aviones, y la Escuela Militar de Fotografía y Cartografía. En 1920 se crea el Instituto para la Investigación Científica de las Fuerzas Aéreas. (117)

Desde el punto de vista médico, durante este periodo de tiempo, no se produjo un avance parejo y tuvieron que surgir los primeros accidentes claramente imputables a fallo humano, para que se sintiera la necesidad de pres-

tar atención a las condiciones físicas del aviador.

Se plantea a todos los países imbricados en la contienda la necesidad de una buena selección del personal, en cuanto a sus condiciones fisiológicas en relación con el vuelo, y se presta especial atención al papel de la visión, sentido postural y equilibrio. Se siente la necesidad de crear laboratorios permanentes de investigación, para el estudio de los problemas biológicos y médicos que plantea el vuelo.

En Italia, en 1916, el fisiólogo AMADEO HERLITZKA, alumno de MOSSO y médico militar, es encargado, en plena guerra, del reconocimiento esmerado de un cierto número de soldados con el fin de seleccionar los más idóneos para el pilotaje, recibiendo de la autoridad Sanitaria Militar la sola indicación de: "Salud, vista, oído óptimo, y peso no superior a 75 Kgs.". No puede contar para este reconocimiento con material adecuado y él mismo se siente decepcionado, insatisfecho por no haber podido conseguir una buena selección.

Al mismo tiempo AGOSTINO GEMELLI, también movilizado como Oficial Médico al servicio del Ejército, es encargado del recientemente creado Laboratorio de Psico-fisiología del Mando Supremo de Estudios de la Aviación. Los estudios realizados en dicho Laboratorio le dan opción a participar, junto con otros, a finales del mismo año de 1916, en el Convenio de París, en el que se formulan las primeras consignas para la Selección Psíco-física de los pilotos.

Pocos meses después, se crea en el Laboratorio de Fisiología Humana de la Universidad de Turín un Segundo Gabinete, cuya dirección es encomendada a AMADEO HERLITZKA, en 1918, otro en Nápoles bajo la dirección de GRADENIGO y, finalmente, otro en Roma, que dirigirá AGGAZZOTTI. (118)

GEMELLI pensó que el examen psíco-físico de los pi-

lotos era esencial y que la aptitud de un piloto podía ser determinada por: la facultad para comprender qué estaba ocurriendo a su alrededor y reaccionar rápidamente; la capacidad de alerta -de gran concentración-; la habilidad para maniobrar rápidamente y con exactitud y, por la baja excitabilidad -respiratoria y circulatoria- en los momentos de agitación.

Estudio con este fin GEMELLI: el tiempo de reacción simple, el tiempo de reacción de discriminación, el efecto de las emociones sobre la respiración y la circulación el volumen y grado de concentración de atención, pulso, respiración y presión sanguínea. Prestó también atención particular a la investigación del sentido del equilibrio deduciendo ya, que los canales semicirculares no jugaban un papel importante en el trabajo del piloto. (119)

De la combinación de las investigaciones psicológicas y fisiológicas nace la tendencia psicofisiológicas.

AGGAZZOTTI desempeñó también un papel importante en este periodo, alumno de MOSSO, había trabajado en el Laboratorio de Monte Rosa -a 4.560 metros- y ya en 1907 había publicado un artículo sobre cambios de equilibrio ácido-base de la sangre en altas cotas. Al hacerse colaborador de GEMELLI trabajó sobre los problemas fisiológicos y en numerosos artículos aparecidos en los años 1918 y 1919 trató: del "efecto de las fluctuaciones marcadas de la presión atmosférica sobre el organismo", del "tratamiento del Mal de los Aviadores" -aplicado por él a la enfermedad de altura conocida por hipobaropatía-, del "efecto del vuelo sobre el funcionamiento de la respiración y circulación", y otras cuestiones sobre las que destacan sus trabajos sobre el "estudio emocional de los pilotos". (120)

La tendencia psico-fisiológica de GEMELLI atrajo a otros científicos, tales como GALEOTTI, GRADENIGO, BILLAN-

IONI y SAFFIOTTI. Entre los años 1918 y 1919 publicó GALEOTTI seis artículos, sobre estudios psicofisiológicos de los pilotos. En uno de ellos describe el "Aerostesiografo" con el que pretende medir la aptitud muscular de los pilotos (121). En 1919 BILANCONI publicó un total de cinco artículos dedicados a estudiar la función del aparato vestibular en el piloto (122) y GRADENIGO dos sobre reactividad psicológica en los pilotos y resultados de su investigación psicofisiológica (123). SAFFIOTTI publicó un escrito sobre resultados de los Tests psicofisiológicos (124).

Los gabinetes psicofisiológicos son suprimidos en Italia con motivo de la terminación de la Guerra, si bien el de Nápoles queda como un Departamento dependiente del Ministerio de Marina.

En Inglaterra se presta, al igual que en Francia, desde el principio de la Guerra el mayor interés a la determinación de la resistencia del piloto a la deficiencia de O_2 . El estudio minucioso del gran porcentaje de accidentes que sufrieron desde el comienzo de la contienda, les permitió discriminar que de cada cien accidentados, sólo el 2 % era debido al enemigo, que el 8 % pudo atribuirse a fallo mecánicos del avión, y el 90 % era imputable al factor humano -fatiga, ruido, despreocupación o poca atención-. Estas un tanto escalofrantes apreciaciones les indujeron a una toma de conciencia sobre la necesidad de una mejor selección, clasificación y mantenimiento del personal de vuelo. Como consecuencia pusieron en práctica, a partir de 1916, un intenso programa de atención a dichas medidas, cuyos efectos no tardarían en dejarse sentir, descendiendo a partir del empleo del mismo los accidentes por factor humano al 60 % y al final de la Guerra, a sólo el 20 %. (125)

En 1917 se funda el Comité de Investigación Médica siendo alma del mismo MARTIN FLACK que, aunque no era mé-

dico, sino Jefe de Escuadrilla, fue miembro del Comité y se hizo acreedor a un lugar en la Historia de la Medicina Aeronáutica, como creador de numerosos Tests de anoxia. De entre los trabajos de FLACK merece mencionar: Test científicos para la "selección de pilotos", "Stres de vuelo", "Enfermedades de aviadores; (causas y control)" y "requerimientos médicos de las tripulaciones". En el primero de ellos, el más importante desde el punto de la Historia de la Medicina Aeronáutica, describe FLACK unos cuantos test de aptitud de vuelo capaces en su sentir de poder indicar la probable habilidad de un candidato. Estos test incluyen: aguantar la respiración, prueba neumomanométrica para probar la fuerza y endurecimiento de los músculos respiratorios, test de estabilidad del sistema neuromuscular y test del sentido del equilibrio. (126)

En el mismo año 1917 ANDERSON publicó un escrito sobre accidentes y lesiones del medio aéreo, y del año 1917 al 1919 seis trabajos más sobre esta materia y un libro Aspectos Médicos y Quirúrgicos de Aviación (127). Este libro, aparecido en 1919, fue como la base y punto de partida del desarrollo de la Medicina Aeronáutica inglesa. Está la obra dividida en cuatro capítulos: el primero trata de la selección de los candidatos para el entrenamiento de vuelo; el segundo, de la psicología del piloto; el tercero, de la Aeroneurosis; y el cuarto, está dedicado a los accidentes aéreos. Si bien los dos primeros capítulos ya habían sido tratados por los franceses, no así los dos últimos que son originales.

En el capítulo sobre "Aeroneurosis" ANDERSON refiere varios desórdenes neuróticos, en los pilotos, describe los tipos de reacción reurótica, establece el cuadro clínico de la aeroneurosis e indica los métodos de prevención y tratamiento.

En el capítulo sobre accidentes aéreos da ANDERSON

la primera clasificación de los mismos, examina sus causas, hace un bosquejo de la organización de los primeros auxilios en el Aeródromo y un detallado análisis de la naturaleza específica de las lesiones. Concluye ANDERSON que el piloto es el causante de la mayor parte de los accidentes aéreos.

Los trabajos de FLACK y ANDERSON estimularon el pensamiento creativo y aparecen ya, en 1918, varios artículos dedicados a Medicina Aeronáutica, tales como el de Mc. WALTER, sobre Fisiología del Aviador, otro de MURRAY, sobre el papel del aparato vestibular en el vuelo; uno de PANTON y SIMPSON, sobre los traumas craneales en los accidentes aéreos; otro de PANTON, sobre males menores de los pilotos, y un trabajo de RIPPON, sobre las facciones de los afortunados e infortunados pilotos en relación con la temperatura y otros factores.

Tres informes que pueden calificarse de trascendentales fueron publicados por el Comité de Investigaciones Médicas en 1918, (los números 1, 5 y 6); el número 1, trata de los requerimientos de O_2 de los pilotos a diferentes alturas; el número 5, de la reacción de los pilotos a la falta de O_2 ; y el número 6, de la evaluación de los test respiratorios de determinación de la resistencia individual a la falta de O_2 . (128)

Es el "Flack Oxygen test" uno de los que más van a emplear los ingleses. Consistía en someter a los candidatos, confinados en una cámara cerrada, a respirar O_2 procedente de cinco bolsas adosadas a la misma, el cual mezclado con el propio aire expirado por el individuo era nuevamente respirado hasta que el colapso se preveía inminente, momento en que era verificado y registrado el porcentaje residual de O_2 en las bolsas, así como la cuantía de tiempo que el examinado había estado respirando dentro de la cámara, datos que per-

mitían calcular la capacidad de resistencia del individuo frente a la disminución de concentración de O_2 .

Para conocer la resistencia del corazón a la fatiga dispusieron los ingleses de una prueba de esfuerzo que consistía en controlar la frecuencia del pulso en las posiciones de sentado, de pie y después de haber subido y bajado en un corto espacio de tiempo, un número determinado de veces, una determinada altura.

Los tiempos de reacción visual, auditiva y táctil los ponían de manifiesto mediante un cronómetro que el candidato haría actuar pulsando un interruptor en el momento que percibía el estímulo.

Las reacciones emocionales las detectaban por un neumógrafo que colocaban sujeto al pecho del examinado y sendos dispositivos captadores adosados a las manos, que registraban sobre un tambor giratorio la respuesta a distintos estímulos como: un fogonazo, un disparo, etc. valorando la calidad de la respuesta en cuanto a intensidad y duración. Otro test de respuesta emocional consistía en que el individuo había de trazar tres líneas rectas sobre una hoja de papel; durante el trazado de la primera no se le interrumpía por ningún estímulo, durante el trazado de la segunda se le sorprendía por medio de un fuerte estímulo sonoro, valorando las irregularidades que provocaba la acción del mismo; durante el trazado de la tercera, no se le estimulaba, pero el individuo, sin duda, temeroso del ruido o la trazaba con cierto temblor, siendo la amplitud de las irregularidades del trazado indicativa del grado de desarreglo emocional.

Dos nuevos test son aceptados por la "Royal Air Forces": el "Self-balancing test" y el "Balancing rod test". El primero era una variante de la prueba de Romberg: el individuo se habría de mantener en equilibrio sobre una sola pierna durante 15 segundos, con los ojos cerrados,

mientras la otra pierna permanecía flexionada sobre el muslo en ángulo recto, pasado de cierto grado de inestabilidad el candidato sería descalificado.

El "Balancing rod test" lo practicaban sirviéndose de una varilla o vástago que colocaban verticalmente en equilibrio sobre el extremo distal de un tablero, que cogido entre el pulgar y restantes dedos, sería elevado desde la altura del antebrazo hasta los hombros, practicando la prueba con las dos manos independientemente.

Son los ingleses los primeros en reparar y preocuparse de los posibles efectos tóxicos ejercidos sobre el piloto de los gases procedentes del combustible quemado por los motores y que pasan a la cabina, y ya en 1917 disponían de un Hospital para la atención del personal de vuelo, en el que a su vez con asesoramiento de FLACK se hacía investigación Médico-Aeronáutica. (129)

A modo de resumen era, pues, la principal tendencia de la época en la Medicina Aeronáutica Británica la de estudiar: primero, el aspecto fisiológico concerniente al efecto de la altitud sobre el organismo; segundo, el aspecto profiláctico, concerniente a accidentes aéreos, lesiones y tanto por ciento de enfermedad en las tripulaciones; tercero, el aspecto clínico concerniente a la selección y examen de tripulaciones aeronáuticas.

Por otra parte, son los Médicos Aeronáuticos británicos los primeros en plantearse la necesidad del estudio de la fatiga del piloto, de sus reacciones neuróticas, la necesidad de establecer una estricta supervisión médica de las tripulaciones y de extender los métodos de selección de pilotos. Son estas cuestiones que planteadas en principio entre 1918 y 1920 han de servir de base útil para posteriores logros.

En Francia, la actitud de los Médicos de Vuelo fue,

en principio, expectante, observaban sin saber cómo explicarlos los trabajos de investigación.

En 1916 se publican los trabajos de CAMUS y NEPPER, que hacen referencia a la respuesta a estimulaciones táctiles, visuales y auditivas de pilotos en vuelo. El test visual lo realizaban sirviéndose de una luz intermitente, el auditivo mediante un timbre eléctrico y el táctil mediante un fenómeno de contacto. Cuando el estímulo era percibido, el sujeto accionaba un pulsador que conexionaba con un cronómetro que medía el tiempo de respuesta apreciado en centésimas de segundo. Pudieron ya apreciar cómo la edad, la fatiga y ciertas alteraciones orgánicas alargaban el tiempo de reacción.

Del estudio de estas respuestas psíquicas y variados estímulos en un gran número de pilotos y medida de los tiempos de reacción, vieron cómo éstos se alargaban en los malos pilotos. (130)

Como consecuencia a estas aportaciones el Gobierno francés crea en 1917 una Comisión para el estudio psico-fisiológico de los pilotos, organizando el Centro Médico de París un Servicio de Exámenes y de Investigaciones fisiológicas de Aeronáutica bajo la dirección de NEPPER, ayudado por CAMUS y BROCA. Asimismo con igual misión, el Centro de Exámenes del Grupo de División de Entrenamiento de Plessis-Belleville emprende su quehacer bajo la dirección de MAUBLANC y RATIE. (131)

Aparece este mismo año un interesante trabajo de BINET y GARSAX en el que llaman la atención sobre los problemas fisiológicos de la Aviación. Se funda en Saint-Cir el primer laboratorio de Baja Presión, en el que se instala una Cámara de B.P. y una Centrífuga humana, cuya dirección es confiada a GARSEAUX y del que pronto van a salir a la luz importantes Comunicaciones sobre Fisiología de grandes alturas y vuelos de gran velocidad. (132, 133)

Fue una muy especial contribución de GARSEAUX a la Medicina Aeronáutica la construcción en 1917, del primer aparato de suministro automático de O_2 en altas cotas, con lo cual fue posible conseguir en la Cámara de B.P. una altura simulada de 12.000 m.hasta entonces nunca alcanzada.

Otro importante aspecto de la actividad de GARSEAUX fue la idea de usar nitrógeno en lugar de O_2 puro en las altas cotas, reavivando el interés por la teoría de MOSSO. (134

Esta tendencia fisiológica de la Medicina Aeronáutica promueve en Francia un gran número de trabajos dedicados de modo especial al estudio de las reacciones circulatorias, (trabajos de CRUCHET y BUTHIER de 1918, JOSUE, 1918, DUBUS, 1919 y VILLEMIN, 1919, entre otros). ETIENNE y LAMY de 1918 a 1919 publican siete trabajos en los que exponen cómo por medio de estudios ortocardiográficos se pone en evidencia el agrandamiento del corazón que ocurre en pilotos que ascienden a altas cotas sin O_2 .

Toda esta investigación fue difundida en el ambiente de una época en que era considerado el vuelo como difícil, peligroso y agotador, causante del desgaste prematuro del organismo. Esto explica el por qué de la mayoría de los trabajos escritos por BINEL (1917), CRUCHET (1918), FERRY, (1918) y otros, están dedicados al "Mal del Aire". (135)

Trabajos de GULLEN, AMBAR, RENARD, BEHAGUE y FOSSET, entre otros, traducen el interés por los métodos psicológicos de CAMUS y NEPPER .

La selección de pilotos franceses durante la guerra es organizada en los Hospitales Militares y practicada por los Laboratorios y especialistas disponibles. Pronto se deja ver la necesidad de que la selección sea dirigida por médicos que hayan recibido formación médico-aeronáutica y bajo cuya responsabilidad se llevará, asimismo, a cabo la investigación psicológica. (136)

En 1918, se abre en Dijon un Centro muy importante

de investigaciones y exámenes médicos bajo la dirección de GUILLAIN, Centro que se trasladaría a París en 1919.

En 1920 se creó en Bourget el Servicio Médico de exámenes y estudios de la Aeronáutica Civil, confiado a GARSEAU, y el Laboratorio de Estudios Médico-Fisiológicos de la Academia Militar de Val de Grace, dirigido por BAYNE. Este Laboratorio organiza a su alrededor los Centros de Exámenes del personal Navegante Militar, en los que trabajan, entre otros: BERGERET, GOETT, BINET, FLAUME, GAUTRELET, GIORDAN, GOUGEROT y STRUMZA. Estos organismos aseguran la selección y control de aptitud del personal de vuelo, perseveran en la investigación de los efectos fisiopatológicos del vuelo de avión y contribuyen a la puesta a punto de ciertos aparatos de a bordo, especialmente de los inhaladores de O₂. (137)

La Aviación Sanitaria francesa pensó en la utilización de los hidroaviones de combate para sus misiones, pero pronto pudo ver que el proceder resultaba antieconómico e incómodo ya que se requerían estructuras distintas. Con la experiencia adquirida por la Sanidad Militar en Marruecos, en 1919, al utilizar como Sanatorio los aviones "Breguet", se vio que el proceder no era práctico, llegándose a la conclusión a que ya había llegado el Ministro de Colonias francés, de la conveniencia de construir aviones exclusivamente sanitarios del tipo de los "Aerochier" de TLMANT y NEMIROWSKY.

En Alemania, a pesar de los esfuerzos de KOSCHEL, la Medicina Aeronáutica no tuvo una significativa expansión durante los primeros años de la guerra.

Una orden de la Inspección de las Fuerzas Aéreas hacía consideraciones sobre la necesidad de la Selección de pilotos, previa Introducción, en la que decía que el Inspectorado, hasta entonces, hacía conscientemente evitado las rígidas exigencias en la selección de pilotos.

Dicta la Orden unas exigencias a continuación, que se refieren a que el piloto habrá de tener un corazón saludable; asimismo, sanos los pulmones y el riñón; buena vista y oído; fuertes músculos; un sistema nervioso sano y una edad entre 19 y 25 años (138).

A principios de 1916 ocupa la Jefatura del Departamento Médico KOSCHEL, que estudia, en principio, las enfermedades sufridas por los pilotos, fundamentalmente las relacionadas con el vuelo, para cuya finalidad recopiló historias de los pilotos que habían sido considerados no aptos para volar, encontrando como razón más corriente las enfermedades del S.N. y la fatiga, sin poder obtener otras conclusiones. Estos resultados convencieron a KOSCHEL que la Selección y Examen de los pilotos no debe ser hecha por Médicos Militares ordinarios, sino por Comités Médicos especiales con facultades para un examen esmerado y completo.

Por Decreto de mayo de 1916, el Comité Médico Militar dispone la formación de estos Comités de Reconocimientos. El Comité ha de considerar la enfermedad del piloto, si la suspensión ha de ser provisional o definitiva, si su capacidad para el vuelo es susceptible de ser restablecida y cómo y, finalmente, duración aproximada de su restablecimiento.

Cuando los Comités llevaron varios meses funcionando KOSCHEL tenía a su disposición datos de 11.000 pilotos examinados, si bien no consiguió obtener resultados significativos, de lo que culpó a la falta de preparación médico-aeronáutica de los médicos encargados de los reconocimientos.

En 1917 la Medicina Aeronáutica germana experimenta un cambio muy positivo, coincidente con la captura por sus fuerzas combatientes del Laboratorio del Profe-

sor GEMELLI, con todo su equipo de aparatos y toda la información que en él se había recogido. Después del estudio del trabajo de este Laboratorio, unos psicólogos y psiquiatras alemanes, entre los que estaban STERN, BENARY y KRONFELD, comienzan a utilizar los métodos psicológicos y psicofisiológicos en el estudio de los pilotos.

El método de KRONFELD fue muy interesante ya que establecía escalas de cualidades mentales. Sus conclusiones sobre test llevados a cabo en 30 pilotos y 122 alumnos eran sorprendentes: los pilotos con accidentes graves, considerados incapaces para el vuelo, daban los peores resultados. Los neurópatas que requerían más de tres meses de tratamiento médico, daban peores resultados en la mayor parte de los casos, si bien cierto número de ellos daban mejores resultados que los sanos. La duración de los servicios de vuelo prestados y el número de salidas no tenían influencia en los resultados. El desarrollo intelectual no influía en los resultados, y sujetos de poca preparación daban niveles semejantes a los de educación superior, concluyendo que el Oficial no era mejor que el soldado, ni absoluta, ni relativamente. Estos resultados obtenidos por KRONFELD no se consideraron satisfactorios.

BENARY, especializado en selección de tripulaciones, ideó ciertos test originales, entre los que destaca el "Pthfinding-test".

KOSCHEL desilusionado por los métodos clínicos empezó a utilizar, en 1918, los métodos psicológicos.

Con el fin de la guerra cesa Alemania en la investigación científica en Medicina Aeronáutica, situación que continua varios años. (139)

Durante la I Guerra Mundial e incluso durante los tres o cuatro años siguientes, la Medicina Aeronáutica

rusa estuvo en completo letargo, desapareciendo totalmente el interés por ella.

Unicamente tres trabajos de Medicina Aeronáutica de relativamente escaso interés vieron en Rusia la luz en este periodo y, precisamente, más relacionados con el globo que con el avión.

El primero fue un artículo de DOMBROVSKII referente a la "provisión de asistencia médica en los globos", fué publicado en 1915 en el número 6 de la Revista Voenno Meditsinskii Zurnal.

El segunda fue una Comunicación de KOSTYAMIN publicado en la Enciclopedia de Medicina Práctica en el mismo año de 1915 y hacía referencia a los aspectos de la Higiene de la Aeronáutica y de la Aviación.

El tercero, original de SOKOLOV trata de las Enfermedades Profesionales de los Aeronáutas, fue publicado en 1917, en la Voenno Meditsinskii Zurnal. (140)

En 1918 se pone en marcha la organización de la Supervisión Médica de la Aviación y nace el puesto de Oficial Médico Aeronáutico.

En EE. UU de América, la Medicina de Aviación se desarrolla más tarde que en otros países, ya que la aviación se considera en EE. UU. un deporte y a los pilotos deportistas, que no necesitan de exámenes.

Las directrices para los Exámenes Médicos de los pilotos, publicadas en 1912, jamás se tuvieron en cuenta, y como consecuencia, la salud de los pilotos de EE. UU. durante la I Guerra fué extremadamente desfavorable.

En 1917, el Gobierno de los EE. UU. aconseja al Instituto de Investigaciones Médicas, del qué es Jefe el General WILMER, estudie los factores físicos que afectan al vuelo y el establecimiento de requisitos de capa-

cidad física. Una Comisión con WILMER a la cabeza visitó los principales Centros Europeos Médico-Aeronáuticos, pero nada debió impresionar a la Comisión, ya que aparentemente nada de lo visto creyeron conveniente poner en práctica, limitándose a considerar la necesidad de una relación directa del médico con los pilotos y la conveniencia de que el médico de vuelo tuviera un gran entrenamiento aeronáutico. (141)

Es el General de Sanidad Militar CHARLES LYSTER, el primero que se dedica en EE. UU., con verdadera entrega, al estudio de los problemas médicos del vuelo, siendo nombrado a finales de 1917 Jefe de la Sección Sanitaria de la Aeronáutica Militar. Organiza los Servicios Médicos de las Unidades Aéreas, la selección de pilotos y la Investigación Médico-Aeronáutica. Bajo sus directrices se redactan normas para la selección psicofísica de los pilotos y consigue la creación de varios Centros especializados por distintos puntos de la geografía.

De entre estos Centros destaca como principal Centro de Investigación, el Laboratorio de Mineola, que dispone como campos de aplicación práctica de dos Bases Militares americanas y posteriormente de algún campo de aviación en Francia.

Los grupos de trabajo se dividían en secciones: De Clínica general, Medicina de Aviación y Especialidades -Fisiología, Psicología, Otología y Oftalmología-, concediendo a la Oftalmología un especial interés.

Fundamentalmente se investigó sobre agudeza visual en la altura, visión de color, efectos fisiológicos de la altitud, equilibrio muscular, efectos del tabaco, drogas, alcohol y falta del O₂.

Como consecuencia de estas investigaciones se hi-

cieron importantes recomendaciones respecto a alimentos, gafas, cascos, equipos de vuelo, etc. (142)

Al final de la guerra se habían reconocido unos 100.000 aspirantes, con un 30 % de eliminados, el mayor porcentaje por defectos visuales. En el criterio selectivo se dedicó especial importancia a las posibles causas motivadoras de accidente, y en cuatro puntos pueden resumirse las exigencias de los Centros Especializados de reconocimiento:

- a) Investigación de las condiciones capaces de afectar a la eficiencia de los pilotos.
- b) Valoración de la adaptabilidad particular de cada individuo a la altura.
- c) Estudio de la manera de proveer de aparatos inhaladores de O_2 a los aviones de techo elevado.
- d) Estimación de todos los aspectos relacionados con la aptitud psicofísica de los pilotos, existiendo a este respecto un Tribunal Médico permanente especializado. (143)

En 1918 proliferaron las publicaciones de Medicina Aeronáutica en EE. UU., apareciendo treinta y seis trabajos sobre selección de pilotos y estudio de la respuesta post-rotacional en la Silla de Barany; deficiente orientación en el aire, visión y equilibrio, papel del aparato vestibular en el equilibrio y otros.

La tendencia fisiológica fue la más fructífera en este tiempo y contó con los importantes fisiólogos HENDERSON y SCHNEIDER.

Fue HENDERSON, en colaboración con PIERCE, quien diseñó un tipo especial de respirador, en 1918, para determinar la resistencia individual de los pilotos a la

falta de O_2 , que reemplazó al saco de FLACK.

SCHNEIDER obtuvo con este aparato importantes datos, estableciendo: que existían clara diferencias individuales, que la repetición de las pruebas de deficiencia de O_2 no aumentaban la tolerancia, que la tolerancia guardaba relación con el desarrollo físico, que la fatiga física no tenía efecto sobre la tolerancia, y que la capacidad vital, la capacidad para aguantar la respiración durante largos periodos y la fuerza de los músculos respiratorios, no tenían influencia en la capacidad para resistir bajas presiones de O_2 . (144)

Se prestó por los norteamericanos, en primer lugar, atención al estudio de la tolerancia del piloto a la falta de O_2 , sirviéndose para sus trabajos del aparato de respiración y de la Cámara de B.P.

El aparato de respiración consistía en un tanque hermético en el que el individuo era obligado a respirar una atmósfera que él iba con su propia respiración confinando y privando de concentración de O_2 . Las dimensiones estaban calculadas de forma que la cantidad de O_2 descendía en un 7 a 8 %, lo que equivalía a una altura de unos 9.000 metros, en un tiempo de 25 a 30 minutos.

La Cámara de Baja Presión, de características muy similares a la que en 1880 había utilizado PAUL BERT para sus experimentos, era un recipiente cilíndrico de acero, de ocho piés de diámetro y diez de altura, con una puerta lateral para entrada y salida del individuo y pequeñas ventanas para su observación. Una vez encerrado al sujeto en la cámara, se enrarecía el aire por medio de una bomba aspirante hasta lograr una presión de 140 m.m. de Hg., equivalentes a una altura de aproximadamente 12.000 metros.

Un observador que le vigilaba desde fuera a través

de una de las ventanas, se comunicaba con él por un teléfono, controlaba las constantes de presión y tenía a su alcance el dispositivo accionador de una válvula con la que podía regular la entrada de aire para aumentar la presión interior y otro para facilitar el suministro de O_2 .

Los resultados obtenidos durante la experiencia eran estudiados e interpretados por cuatro especialistas: un Fisiólogo que estudiaba los efectos fisiológicos de la hipopresión. Un clínico que estudiaba posibles respuestas patológicas, fundamentalmente cardiorrespiratorias. Un psicólogo, que analizaba posibles irregularidades en las respuestas psíquicas. Un oculista, que investigaba los efectos de la falta de O_2 sobre la visión.

Los controles de pulso y presión los verificaban a pequeños intervalos y los movimientos respiratorios se iban registrando por medio de un quimógrafo. También se tomaban muestras de aire de la Cámara antes de su apertura, para controlar los porcentajes reales de O_2 .

A la vista de las respuestas a las pruebas practicadas, clasificaban a los examinandos de acuerdo a su tolerancia a la deficiencia de O_2 y establecían: un primer grupo de los que toleraban defectos de hasta un 7 % de O_2 ; un segundo grupo en que la tolerancia era del 8 al 10 % y, finalmente, un tercer grupo, en que el fallo se manifestaba ya a concentraciones de O_2 superiores al 10 %. (145)

Ahora bien; las exigencias de la guerra imponían a los aviones el logro de más altos techos, la técnica aeronáutica estaba capacitada para satisfacer tales exigencias pero la tolerancia a la altura por parte del piloto, aún en el caso de los mejor clasificados, es limitada. Se imponía la necesidad de poder contar con instalaciones de suministro de O_2 , se trabajaba concien-

zudamente en este sentido, y antes de terminar el conflicto, se contaba con suministro permanente de O_2 en todos los aviones con techo superior a los 4.000 metros, con lo que las pruebas de tolerancia a la carencia de O_2 perdían su interés práctico.

Por otra parte con la mayor velocidad y techo de los aviones y el comienzo y progresivo ejercicio de prácticas acrobáticas, entran en juego dos nuevos factores de posible importante agresión para el piloto: el efecto de la gravedad, y las celeraciones que, indudablemente han de ser tenidos en cuenta en el momento de la selección del personal navegante.

Al terminar la guerra, las estructuras militares se desarticularon de la noche a la mañana; se cancelaron los pedidos, se cerraron las fábricas, produciéndose una paralización en desarrollo tecnológico de la Aeronáutica. La industria aeronáutica, poco a poco, ha de adaptarse a la nueva situación y la Aviación Comercial y el Correo aéreo nacen, para seguir con paso firme hacia un futuro de grandes realidades.

En Europa donde las distancias son relativamente pequeñas se ensayaron los primeros enlaces aéreos apenas cesan las hostilidades y pequeñas compañías privadas se lanzaron a la aventura sirviéndose, a falta de otros, de los propios aparatos de guerra modificados, aviones de ruido insoportable, mal acondicionados en cuanto a comodidades y sobre todo a temperatura.

A pesar de todo, la Aviación Comercial experimentó un progresivo impulso, ya que los Gobiernos conscientes de su importancia la protegen.

Los "raids" heroicos de los años 1919 y 1920 ponen los cimientos a la aviación intercontinental. El norteamericano READ efectuó en 1919 la primera travesía del

Atlántico, desde Terranova a Lisboa, con escala en las Azores, en un hidroavión de la Marina; ROSS SMITH, la de Londres-Australia y FERRAIN y MASIERO, en 1920, la de Roma-Tokio.

El ingeniero español JUAN DE LA CIERVA idea el primer autogiro, en 1919, que, en junio de 1921, despegó por primera vez de Getafe (Madrid), tripulado por ESPINOSA, que repetirá sus pruebas en años sucesivos para, en 1924, cubrir el trayecto Cuatro Vientos-Getafe -12 kms- el primer vuelo homologado por la F.A.I. Cuatro años más tarde, en 1928, un autogiro pilotado por el propio LA CIERVA con un pasajero atravesó el Canal de la Mancha, para seguir viaje aéreo por varias capitales de Europa.



Fig. 28 Juan de la Cierva con su autogiro
Con él conseguiría en 1935 el des-
pegue vertical. (G.E.M.)

Los intentos de vuelos nocturnos hechos en América en 1921 culminan con el éxito, en agosto de 1923, de un vuelo de noche, entre San Francisco y Nueva York, con escalas para repostar y tomar y dejar correspondencia.

En este mismo año de 1923 el científico alemán HERMANN OBERTH publicó un interesante artículo sobre Aero-náutica, en el que predice los cohetes interplanetarios, describiéndolos como ingenios capaces de traspasar los límites de la atmósfera terrestre y escaparse a la acción

de su gravedad; que podrán transportar seres humanos y reportar beneficios en un plazo de sólo unas cuarenta décadas.

En 1924, NELSON, SMITH y WADE, cada uno con un aeroplano, dan la vuelta al mundo.

En 1926, los españoles RAMON FRANCO, DURAN y RUIZ DE ALDA, como pilotos, con RADA como mecánico, con un hidroavión "Dornier" llamado "PLUS ULTRA" unieron por vía aérea Palos de Moguer y Buenos Aires, el 22 de enero a 10 de febrero, con un total de 10.270 kms. en siete etapas, con un tiempo de vuelo de 59 horas y 39 minutos. La espectación a su llegada fue extraordinaria, ganándose para España el merecido galardón de primera epopeya de la Aeronáutica Mundial. Se vislumbraba por los muchos españoles allí presentes en aquel memorable día un siglo de oro para nuestra aviación, como lo fueran para nuestra Marina, los siglos XI y XVI, cuando se le abrieron las múltiples rutas del mar azul.

En el mismo año, LORIGA y GALLARZA, cubrían el recorrido Madrid-Manila, 19.000 kms., del 5 de abril al 13 de mayo, y la patrulla "Atlántica", mandada por LLORENTE hacia Melilla-Granada y regreso.

En 1927 el americano CHARLES LINDBERG efectuaba la primera travesía del Atlántico, en solitario, de Nueva York a París, del 20 al 21 de mayo, en un monoplano y sin escalas.

Se habían superado todos los records y así, de los 313 kms./hora de 1920 se había pasado a 448 Kms./hora en 1926 y a 575 kms/hora en 1929. Del record de altura de 10.093 metros en 1920 se había pasado a 11.700 metros en 1927 y a 12.100 metros en 1930. De un record de distancia de 3.200 kms. en 1921, se había pasado a 6.000 kms. en 1927. Finalmente, de una duración de vuelo de 2, ho-

ras 19 minutos en 1920 se había pasado a 15 horas, 11 minutos en 1927.

Asímismo, merece nuestra mención el viaje, en 1929, de los españoles JIMENEZ e IGLESIAS, entre Sevilla y Bahía, sin escalas, en un sesquiplano "Breguet", el "JESUS DEL GRAN PODER", de 6.550 kms. en 44 horas. Trascendental el record mundial en circuito cerrado de 5.000 kms. a una velocidad de 208 kms./hora conseguido por los pilotos, también españoles, RODRIGUEZ y HAYA. Importante también esa distancia de 7.600 kms. de Sevilla a Camagüey (Cuba), recorrida en 40 horas por los españoles BARBERAN y COLLAR, en 1933, y el recorrido España-Méjico, en avioneta turística, realizado por POMBO.

Es, asimismo, trascendente el vuelo que el ruso CHEYUSKIN realiza al Artico en 1934, como también el vuelo, en 1933, de los también rusos SOKOLOV, SCKELENOV y ZAZYMOW de Moscow a Sebastopol, manteniendo una altura de 5.000 a 5.800 metros, durante 11 horas; asimismo los records de: PROKOFEV, GODUNOV y BIRNBAMM que en globo estratosférico ascienden a 19.000 metros en 1933; de FEDOSEENKO, VASENKO y USYSKIN, también en globo, a 22.000 en 1934; los de EVSEEV, en avión, a 12.020 metros y de KOKINAKI, también en avión, a 14.575, ambos en 1935.

Entretanto, hacia 1935, el servicio aéreo regular era ya una realidad en todo el mundo civilizado, las aeronaves han experimentado un considerable aumento en tamaño y potencia, un notable perfeccionamiento en cuanto a líneas y motores y logros mecánicos en general, y han ganado en confort. Se generaliza el monoplano, provisto de cabinas cerradas o carlingas y se tiende a la construcción de polimotores, tanto en aviación comercial como militar.

La guerra civil española (1936-1939), en la que

participó aviación fundamentalmente italiana, alemana y rusa; dejó ver la gran importancia de los cazas y bombarderos y fue para aquellas potencias como un ensayo general de posibilidades para la segunda contienda mundial que nace precisamente en el mismo año 1939.

Entretanto los problemas médicos aeronáuticos, tanto los ya presentados como los que se teme puedan acaecer, son preocupación constante de los médicos especializados.

En EE. UU. preocupan de modo especial los problemas otológicos del vuelo y se realizan importantes estudios sobre la función vestibular en relación con el mismo, observándose en la investigación el comportamiento de sordomudos y tabéticos sometidos a aceleraciones giratorias en Silla de Barany. Se estudió asimismo cuidadosamente la función visual en lo referente a agudeza auditiva, motilidad ocular y percepción de colores fundamentalmente.

Preocupó asimismo en EE. UU. el bajo nivel somático y psíquico en que se encontraban los pilotos en Europa al final de la guerra y la gran cantidad de accidentes que ocurrían y fue enviado un grupo de médicos americanos para estudiar las causas de los accidentes, pero tales causas no pudieron ser satisfactoriamente aclaradas. Esto indujo al General de Sanidad CHARLES LISTER a proponer un programa de enseñanzas para médicos, creándose en EE. UU. en 1919 y concretamente en Mitchel Field la "School of Aviation Medicine" que mantenía dependencia con el Laboratorio de Investigaciones Médicas de Minesota, en la que se estudian especialmente problemas de visión, tiempos de reacción, problemas psicológicos del vuelo y reacciones cardiovasculares bajo la influencia de las emociones. Esta Escuela desarrolla en 1920 un amplio programa de estudio, sobre: la Fisiología del vuelo a grandes alturas, vuelo sin visibilidad y nocturno, la capacidad del piloto en función de su personalidad y las reacciones del sistema cardiovascular del piloto bajo distintos tipos de es-

fuerzo y en condiciones de carencia de O_2 . La Escuela pasa años después a Brooks u, finalmente, en 1931, a Randolph Field. (146)

En febrero de 1919 se desarrolla en Roma una Conferencia Internacional cuya principal finalidad era la de contrastar opiniones referentes al reconocimiento a que debe someterse el piloto, tanto en su reclutamiento o su reconocimiento inicial, cuanto en las revisiones periódicas. Dicha Conferencia sugiere interesantes conclusiones y muy posiblemente preparó el terreno para la firma, en octubre del mismo año, del Convenio de París para la Navegación Aérea "Confederation International pour la Navegation Aerienne" (C.I.N.A.), por la que se obliga a todas las naciones participantes a no admitir el pilotaje a aquellos candidatos que no hayan superado el examen psicofísico. (147)

Psicólogos, neurólogos y psiquiatras comienzan a integrarse como indispensables colaboradores de la Medicina Aeronáutica, tras haber llegado a la conclusión de que el "status" mental y neurológico de los candidatos era de primordial importancia en el sentido de descubrir disturbios incipientes que, diagnosticados a tiempo, pudieran ser soslayados por tratamiento adecuado o tomados decisoriamamente en consideración para decretar una separación de vuelo de carácter temporal o definitivo.

En Argentina, en 1919, se crea el Servicio Aeronáutico del Ejército, que engloba la Escuela de Aviación Militar que había sido creada en 1912 y en la que MILANO, verdadero precursor de la Medicina Aeronáutica argentina, tanto había prestigiado. Es también 1919 el año en que se crea el Departamento de Aviación Civil, que va a impulsar la creación de Aero Clubs.

Los médicos aeronáuticos italianos realizan importantes aportaciones en la postguerra, aportaciones que em-

piezan por las realizadas por GEMELLI sobre corpúsculos sanguíneos en aviadores que habían efectuado vuelos de alta cota, de 4.000 a 5.000 metros, cuando periódicamente tenían que sobrevolar los Alpes, estudios que había realizado al final de la guerra. Vienen luego los estudios de GRADENIGO y colaboradores, sobre: la visión coloreada, la permeabilidad tubárica y el sentido estático y cinético. Asimismo, los de GALEOTTI, sobre presión sanguínea y tono muscular, los de GEMELLI y AGGAZZOTTI, sobre los efectos del viento y, finalmente, los de GEMELLI, de Psicología aplicada de Aviación y de AGGAZZOTTI, sobre emotividad. (148)

En Francia aparece publicado en 1920 un trabajo de MAUBLANE y RATIE, titulado "Guía práctica para el examen de los aviadores" que es el más importante documento de información referente a la selección de pilotos. Sus autores estuvieron durante toda la guerra dedicados exclusivamente a la Medicina Aeronáutica en la Escuela de Vuelos de Chartre y en ella lograron acumular una gran cantidad de material sobre el que basar las exigencias requeridas a los pilotos y que serían:

1. No ser mayores de 25 años.
2. No pesar más de 85 Kgs.
3. Índice de Bochard no menos de 3 y no más de 5.
4. Fórmula de Pignet no menor de 20.
5. No tener en su historia: sífilis, malaria, epilepsia o enfermedad mental.
6. No tener ningún síntoma patológico del sistema cardiovascular.
7. Presión sanguínea no superior a 150 m.m.
8. No padecer enfermedades crónicas de pulmones o pleuras.
9. Capacidad vital por lo menos de 3.000 c.c.
10. No padecer enfermedades crónicas de estómago, intestino, hígado o riñones.

11. Sistema Nerv, absolutamente saluáble y resistente.
12. Agudeza visual 1 en ambos ojos, percepción del color normal y musculatura ocular normal.
13. Agudeza auditiva normal, medida con un audiómetro y normal funcionamiento de los canales semicirculares.
14. Tiempo de reacción no superior a 0,19 seg. para un estímulo visual, 0,145 seg. para un estímulo auditivo y 0,14 seg. para un estímulo táctil.

De la aplicación de estos requerimientos se dedujo que: aproximadamente el 70 % de los candidatos no los superaban y que de los seleccionados, no más de una tercera parte lograron ser realmente unos buenos pilotos. (149)

La investigación fisiológica por parte de los médicos franceses se centra, en 1920, fundamentalmente sobre el vuelo sin visibilidad, errores de pilotaje en el curso de vuelos realizados entre niebla, nubes espesas o en la oscuridad.

Los fisiólogos se dan cuenta de que estos errores son debidos a la acción de fuerzas nacidas de las aceleraciones que actúan estimulando el oído interno, concretamente el laberinto posterior y que el sentido del equilibrio y de la orientación es falseado por la ingerencia de las ilusiones sensoriales percibidas por el aviador cuando su laberinto no está ya solo sometido al estímulo de la fuerza gravitacional.

En evitación del confusionismo motivado por la distinta información de los receptores equilibratorios, se preconiza el empleo de los instrumentos de a bordo que permiten al piloto equilibrarse, no por su oído interno, sino por la información visual recogida de la observación de los instrumentos del panel. La puesta en marcha del

uso de los instrumentos de a bordo lleva consigo el planteamiento de ciertos problemas fisiológicos, susceptibles de estudio. (150)

En Rusia, en 1920, el Oficial Médico entra a formar parte de la plantilla de todas las unidades de las F.A. del frente S.O., en el que a su vez se crea un Hospital para la exclusiva atención de los aviadores, lo que es punto de partida del estudio sistemático del personal de vuelo y hasta del nacimiento, al menos desde el punto de vista práctico, de la Medicina Aeronáutica Soviética. (151)

El americano SCHNEIDER describe, en 1920, como medida de la fatiga física una prueba cardio-vascular que fue aceptada por la aviación militar americana como prueba de aptitud para los pilotos militares con el nombre de "Índice de Schneider" y que sería utilizada hasta durante veinte años después. El "Índice de Schneider" se obtenía mediante control de pulso y tensión arterial en distintas situaciones: se tomaba el pulso en posición acostado, luego en posición de pie y se hallaba la diferencia. Se hallaba también la diferencia entre frecuencia de pulso en pie y después de un ejercicio standard. Se controlaba el tiempo necesario para que la frecuencia del pulso retornara a la basal. Se determinaba la diferencia de presiones sistólicas de reposo y tras el esfuerzo.

La conjugación de las cifras de diferencias se traducía en una resultante indicativa de la resistencia del individuo a la fatiga, y según su cuantía se decía: "Índice Schneider, bueno; aceptable; deficiente y no satisfactorio.

Asimismo SCHNEIDER, como consecuencia de sus trabajos realizados de 1918 a 1924, establece:

1. Que la reducción de la presión de CO_2 en el al-

veolo pulmonar podía ya ser detectada a una altura de 1220 metros.

2. Que la respiración de Cheyne-Stokes se muestra frecuentemente en pilotos en las altas cotas.
3. Que todo desorden respiratorio en altas cotas es eliminado con respiración de O_2 .
4. Que el incremento de la frecuencia del pulso es proporcional a la reducción de la presión parcial del O_2 en el aire.
5. Que la respiración de O_2 devuelve a la normalidad la frecuencia del pulso.
6. Que la presión sistólica en hipoxia es aumentada y la diastólica disminuida; que la presión venosa es también disminuida y que no se afecta la presión capilar.
7. Que después de 40 a 60 minutos a una altura de 4.500 metros se hace perceptible un incremento del número de eritrocitos y de la cuantía de Hb.
8. Que la velocidad de la circulación de la sangre no está aumentada en las altas cotas. (152)

Aunque algunos puntos de Schneider no serían confirmados en siguientes investigaciones, nadie pone en duda la importancia de su contribución a la Medicina Aero-náutica, en especial por medio de su test para la estimación del estado de su sistema cardiovascular, de variabilidad en el pulso y en la presión sanguínea.

El gran interés mostrado por los trabajos sobre el efecto de la falta de O_2 es debido a los progresos de la técnica aeronáutica, que permiten a SCHNEIDER dos nuevos records de altitud: 8.814 metros en 1918 y 10.093 en 1920.

El vuelo de alta cota se ve necesitado del progreso de los aparatos suministradores de O_2 , y en 1919 aparece en EE. UU. un nuevo tipo de aparato para la utilización de O_2 , líquido adaptado a los fundamentos de ATEND y HIBLAND. El perfeccionamiento del aparato de GARS AUX,

que usaba O₂ comprimido, lleva al DREYER americano en primer lugar y después al aparato de CLARK y, finalmente, al de PROUT.

En este periodo las principales tendencias en Medicina de Aviación, son: la clínica, interesada por la selección médica, y la fisiológica, consagrada exclusivamente a la Fisiología del vuelo de alta cota. (153)

Una publicación aparecida en América del Norte en 1920, con el título de 'Airsickness', recoge una serie de artículos sueltos de Medicina Aeronáutica, algunos ya aparecidos antes del comienzo de la primera guerra mundial.

GILBERT y GREEN, de la Escuela de Médicos de Vuelo, tomando por base las investigaciones de SCHNEIDER, trabajan en Fisiología del vuelo a gran altura e investigan las reacciones del S. Cardiovascular en Anoxia. Sus trabajos publicados, entre 1920 y 1924, dan detalles sobre modificaciones del pulso, de la presión arterial y E.C.G. en anoxia aguda, completando y confirmando los resultados obtenidos por SCHNEIDER.

La misma Escuela de Médicos de Vuelo, de Mitchell Field, dedicó especial atención a los estudios de la adaptación de la retina en la oscuridad -en trascendente relación con el vuelo nocturno-, así como de la fisiología del laberinto y a los estudios psicológicos.

Las publicaciones del Equipo Científico de la Escuela sobre todos estos temas fueron numerosas de 1920 a 1925, declinando a partir de ese momento. (154)

En el Reino Unido, en el "Medical Research Council", se estudian los efectos médicos del vuelo de alta cota, con especial dedicación a los siguientes puntos:

- a) Procedimientos para probar los efectos sobre

el organismo humano de la falta de O_2 en el vuelo.

- b) Investigación de la capacidad del aviador para resistir bajas concentraciones de O_2 , valiéndose del método de MARTIN FLACK de acople del saco a la mascarilla respiratoria.
- c) Investigación de las reacciones de pilotos y observadores a la disminución de la presión de O_2 .
- d) Valoración de la utilidad del empleo de O_2 en vuelos de poca altura.
- e) Selección de aeronautas.
- f) Pruebas de eficacia para el vuelo y fatiga de vuelo.
- g) Pruebas respiratorias.
- h) Estudios sobre estabilidad y orientación en el aire.
- i) Evaluación de la aptitud mental para la aviación.
- j) Pruebas de tiempos de reacción para la selección de pilotos.

Hace, como vemos, la Escuela inglesa un estudio metódico de la Fisiopatología Médico-aeronáutica, fundamentalmente, en relación con la deficiencia de O_2 , en contraste con la francesa que se preocupa, principalmente, de los efectos de las aceleraciones. (155)

En esta misma época se impulsa el estudio de los aparatos de a bordo y, en particular, el del perfeccionamiento de los sistemas de inhalación de O_2 . Interesa conseguir un suministro que permita el establecimiento de una normal tensión de O_2 a nivel del alveolo pulmonar, a pesar de las variaciones de altura, y el poder facilitar cantidades suficientes de O_2 en función del trabajo muscular (JONBLOED y BEYNE, 1921). (156)

En 1921 se celebra en París el Primer Congreso de

Medicina Aeronáutica, al que se presentan sólo cuatro ponencias auténticamente médicas:

En una de ellas BEIN y BEHAGUE se refieren al valor práctico de las reacciones psicomotoras, y está basada en material de la guerra.

CRUCHET trata de otra de las enfermedades de los aviadores en general.

FERRY, hace referencia a la irritabilidad en el curso del entrenamiento del vuelo.

Finalmente, GOURDON y LESSOR aportan sus estudios sobre suministro de O_2 , presentando un aparato de aporte que fue aceptado por las fuerzas francesas (157).

En España, en este mismo año de 1921, FIGUERAS BALLESTER, Comandante Médico de la Armada organiza en San Javier (Murcia) un Centro de Reconocimiento para pilotos navales, dotado de material adecuado, pudiendo, entre otras cosas, contar con una Cámara Neumática, aunque primitiva, que le permite el estudio de las reacciones orgánicas ante las bajas presiones. Destacan entre los estudios allí realizados, los de pruebas de reacción psicomotriz y ergométricas. (158)

En La Argentina se crea, en 1922, el primer Centro de Reconocimiento psíco-físicos de la América Latina, bajo la dirección de ARGESILAO MILANO, radicado en el Aeródromo "El Palomar", dedicado a la selección y control periódico del personal volante y dependiente de la Dirección del Servicio Aeronáutico del Ejército. En él perfeccionarían su formación Médico-Aeronáutica, entre otros: DOLIVEIRA, ESTEVES, ROSIGNOLI, GOYA y MAGNONT, destacadas figuras de la Medicina Aeronáutica argentina de un futuro próximo brillante. (159)

Es, precisamente, en este mismo año cuando se estu-

dia a 5.000 metros, por físicos americanos, el efecto de las radiaciones, observando un incremento de las mismas con relación al nivel del mar.

En Rusia MINS presenta, en 1921, al Cuarto Congreso de las F.A. un informe sobre protección, trabajo y salud del piloto. En él se hace referencia a la necesidad del estudio médico de la vida y trabajo del piloto y de la conveniencia de crear Laboratorios psicotécnicos para el estudio de aptitudes. Sus razones fueron escuchadas por la Dirección de las Fuerzas Aéreas que le proporcionaron un equipo de Laboratorio y dispusieron la creación de un Comité permanente para el estudio del vuelo y de las ascensiones, constituido por competentes científicos entre los que merece destacar a LAZAREV, KRAMER, GOLOVIN, ROZANOV, GRANOVSKII y MINS.

MINS consigue literatura alemana de la última guerra, traduce trabajos de LIPPMAN, ZELTZ, BENARY y KRONFELD y plenamente convencido de la importancia de los métodos psicológicos se dedica con empeño a la organización de la Psicotécnica de las Escuelas de Aeronáutica. En una habitación oscurecible construyó una cabina simulada para pilotos, con dispositivos adecuados para poder apreciar y registrar los tiempos de reacción a distintos estímulos -objetivos simulados, luces, colores, etc.-. Al mismo tiempo practicaba interrogatorios por medio de la Carta de LIPPMAN para determinar aptitudes esenciales y reunir material estadístico de accidentes. En sus conclusiones, basadas en 364 accidentes, asegura que el fallo humano fue en el 90 % de los casos el causante del accidente.

En un informe que presentó MINS en 1923 a una sesión del Comité Conjunto Militar de las F.A. insiste en la importancia del factor personal y hace referencia al estudio estadístico en una Escuela de Vuelo, en la que

de 260 alumnos pilotos sólo el 68 % terminaron satisfactoriamente el curso, murieron el 6,5 % en accidente y fracasaron el 25,5 %. Requiere una especial atención del Mando por la investigación psicotécnica en las Escuelas de Vuelo y pide la creación en las mismas de Laboratorios con métodos psicotécnicos de selección.

En este mismo informe consignaba, sin duda, influenciado por la lectura de un informe referente a pilotos británicos, la necesaria acción conjunta de cuadros médicos dotados de todas las especialidades.

MINS, a pesar de ello, permaneció adepto a la psicotécnica y en 1924 tradujo y publicó el trabajo de KRONFELD "Pruebas psicotécnicas para determinar la aptitud de vuelo". MINS acepta plenamente las conclusiones que sentaba KRONFELD y es más, los resultados que él publicó de sus observaciones en el Laboratorio de la Primera Alta Escuela de Pilotos, eran prácticamente coincidentes.

Al año siguiente MINS es asesinado a tiro de revolver por un alumno fracasado al salir de su Laboratorio. (160)

Si bien MINS se limitó a la introducción de métodos extranjeros, no puede negarsele el que fue el primer médico aeronáutico soviético que indicó la necesidad del estudio médico del trabajo y condiciones de los pilotos. No sería justo reprocharle su entusiasmo por la psicotecnia ya que era una moda universal que tenía en su haber la simplicidad y fácil manejo, y que presentaba un amplio y sugestivo panorama al revelar aptitudes personales y el posible uso de estas aptitudes en el incremento de la productividad laboral, racionalización de procesos, mejoría de métodos técnicos y prevención de accidentes.

En la misma línea de entusiasmo por la psicotecnia

está el Profesor NECHAEV que afirma que el coeficiente de aptitudes de vuelo se obtenía de la investigación de siete condiciones de su comportamiento: adaptación de atención, volumen o cuantía de esta atención, estado emocional, sugestibilidad, diferencias entre contar adelante y atrás, velocidad de escritura de números hacia abajo y media de trabajo cuando el sujeto está relajado ante un estímulo secundario.

NECHAEV llegó al establecimiento de su coeficiente comprobando dichas aptitudes en doce pilotos y treinta y tres alumnos de piloto, asignándole un índice a cada una de las aptitudes y hallando la media. Se encuentra con que la estimación obtenida coincidía en caso un 100 % con el concepto de eptitud que los mandos tenían. El entusiasmo por dicha coincidencia fue el motivo por el que se publicó el trabajo de NECHAEV en la Revista de Psicología, Neurología y Psiquiatría, a pesar de lo confuso de sus conclusiones.

También se pasó por el uso de los métodos psicométricos para estudio de las masas, pasando de la representación ficticia de la esencia de la personalidad a una visión distorsionada de las leyes y directrices de formación y desarrollo de la personalidad, no pudiendo evadirse la Medicina Aeronáutica soviética de estas tendencias psicológicas hasta finales del tercer decenio del siglo.

En todo caso al entusiasmo por las tendencias psicológicas hay que agradecer la dotación de las Escuelas de Vuelo con Laboratorios psicológicos y la creación del Laboratorio Psicológico Central, paso previo para la tendencia psicofisiológica. (161)

El aumento de altura de los vuelos se convirtió en motivo de intensa preocupación para la Aeronáutica soviética y se siente la necesidad de aprender Fisiología Ae-

ronáutica; records de altura como el de SHALIMO, de 8.216 metros y el de SKROBUT, un mes después -octubre de 1924- conseguidos sin equipos de O₂ pero no sin grandes dificultades, despertaron la atención de los médicos aeronáuticos que desde entonces van a dedicar una atención cada vez mayor a los aspectos fisiopatológicos de la reducción de la presión atmosférica, dando origen a las tendencias fisiológicas y clínicas de la Medicina Aeronáutica soviética de 1925.

Simultáneamente empieza a preocupar a los Médicos Aeronáuticos soviéticos la higiene del vuelo, que se estudia con motivo de vuelos a larga distancia de los pilotos GROVNOV, VOLKOVINOV, POLAKOV y otros, que hacen 6.500 kms. de Moscow a Pekin.

El perfeccionamiento de equipos de vuelo permite a los aviadores soviéticos, en los tres años siguientes importantes éxitos. MOISEEN vuela en 1926 en un R-1 -Moscow-Teheran y regreso- 6.200 kms.; ARVATON en el mismo año hace 12.000 kms., volando a alturas de 5.550 metros sin O₂; MEZHERAUP vuela de Moscow a Ankara, haciendo 250 Kms por encima del mar Negro; SHESTAROV vuela 22.000 kms. en 153 horas, en 1927. Finalmente, en 1928 logra la Aeronáutica rusa con la construcción del avión I-3 alcanzar velocidades de 300 kms. hora.

Los nuevos techos, tiempos de permanencia, y velocidades de los vuelos plantean a los médicos aeronáuticos soviéticos múltiples problemas de: fatiga de vuelo; condiciones de trabajo y descanso; alimentación; protección contra el frío, contra los gases en la cabina, de necesidad de salvavidas individuales y de otros medios de protección.

La Medicina Aeronáutica soviética estaba organizada en 1924 alrededor de un gran Laboratorio Psicofisio-

lógico Central del que dependían directamente una red de Laboratorios locales, encargándose dicho Laboratorio Central -en el que la tendencia psicológica estaba representada por DOBROTVORSKII y VASILEV, la fisiológica por LEBENDINSKII y la clínica por EGOROV- de la organización de la selección de aviadores, de las revisiones médicas y de la promoción de una mejora de las condiciones de vida y trabajo de los aviadores.

DOBROTVORSKII afirmaba que las técnicas y habilidades del pilotaje no eran más que reflejos condicionados y de acuerdo con esta orientación el Laboratorio estudia por medio de analizadores las distintas funciones en condiciones de vuelo.

VASILEV pensó que, además de los tiempos de reacción, exactitud de diferenciación, inhibición e inducción, el Laboratorio debería estudiar: los factores emocionales, el S.N. autónomo, la fatiga, la organización racional de la jornada del piloto, el valor del factor personal en los accidentes, y los efectos de estos accidentes sobre el neuropsiquismo del piloto.

DOBROTVORSKII escribe unos meses después, en 1925, que ha conseguido descomponer la misión operativa del piloto en sus partes y establecido los tiempos de cada operación: de reacción visual, auditiva, muscular y articular, si bien surgían confusiones cuando el piloto recibía al mismo tiempo estímulos de diferentes fuentes.

Emprende el Laboratorio el estudio del estado y actuación de los analizadores que requería el piloto, la conexión de estos analizadores con el aparato motor, y el estado y actuación del propio aparato motor. Las conclusiones obtenidas fueron:

- a) Un piloto necesita analizadores visuales, auditivos, musculares y cutáneos.

- b) Diferenciar los estímulos que llegan a estos analizadores.
- c) Coordinar las reacciones motoras en respuesta a estos estímulos.

En el informe anual del Laboratorio, DOBROTVORSKII expone estudios sobre fatiga, de LEBEDEV, ANTONOV y otros, de EGOROV, sobre función cardiovascular de los pilotos; de SERGEEV, sobre cambios de acomodación visual en vuelo; de SMIRNOV, sobre el efecto de trajes inadecuados; de ROZENBER, sobre causa de accidentes; de PERESKOKOV, sobre racionalización del lugar de trabajo en el avión.

Posteriores estudios del Laboratorio Central tratan del metabolismo durante el desarrollo de las actividades del vuelo, de las funciones hematopoyéticas durante el vuelo, de los procesos eléctricos en el organismo, etc. Estos y otros trabajos del Laboratorio, la mayoría originales, de DOBROTVORSKII y EGOROV son reflejados en múltiples publicaciones que salen a la luz en los años 1925 a 1930, siendo el tema principal de los trabajos de DOBROTVORSKII la Psicofisiología, si bien aumenta su círculo de interés en los años últimos de este periodo a la Higiene y Educación Física de los pilotos, standardización del trabajo, condiciones de alimentación, riesgos de la profesión y detección de los mismos. (162) EGOROV, la otra figura destacada del Laboratorio Central, pone de manifiesto durante su permanencia en el Laboratorio, unos diez trabajos, sobre capacidad funcional cardiovascular y aspectos fisiológicos del vuelo a grandes alturas. A partir de 1927, con el respirador de HENDERSON-PIERCE, realiza sucesivos estudios de las deficiencias de O_2 . (163)

ROZENBERG, del Laboratorio local de Odessa, trabajó durante diez años en la organización de la Sección científica del vuelo de la Sociedad Aeronáutica y puso en marcha un cuestionario de 120 preguntas sobre traba-

jo y vida de los pilotos. En 1928 publica "Unificación del panel de instrumentos del avión de entrenamiento", y en otro trabajo de 1929, señala la misión del médico aeronáutico y su papel en la profilaxis y tratamiento.

BOGOYAVLENSKII actuó en misiones de dirección, y sus trabajos sobre "Variación de la frecuencia del pulso en los pilotos en vuelo", (1924) y sobre "Organización de los servicios de primeras ayudas en las unidades aero-navales" mostraban una excelente preparación y ofrecían un meditado estudio sobre la eficiencia de las unidades médicas, ineficacia de los trajes de vuelo utilizados, de lo insatisfactorio de los equipos de salvamento, de la importancia de los cinturones de seguridad, etc.

NILSKII trabajó varios años en la Escuela teórica sobre actividad funcional del Servicio Cardiovascular, publicando en 1928 sus resultados en su artículo "La Escuela y sus éxitos en el orden fisiológico".

PERESKOKOV, médico de la Academia Militar de Zhukovskii, analizó la posición del piloto en su avión desde el punto de vista del trabajo fisiológico que realiza, sugiriendo las formas de deporte que deben practicar los pilotos, y analizando el papel del médico aeronáutico en la organización de las condiciones de vida de la tripulación. (164)

VISHNEVSKII, del Laboratorio Central, publicó, en 1927 y 1929, dos trabajos sobre "Ojos y gafas de vuelo". LEBEDINSKII otro en 1927, sobre analizadores de posición.

En 1929, el Consejo Médico Militar publica una Separata elaborada por el equipo científico del Laboratorio Central, que contenía un análisis detallado de los procedimientos de examen de los pilotos, elaborando unas exigencias que permanecerían en vigor hasta la segunda Guerra Mundial. (165)

En 1923 se celebra en Londres un Congreso Internacional que contó con una Comisión Médica independiente bajo la dirección de MARTIN FLACK y al que fueron presentadas cuatro ponencias: tres francesas y una inglesa.

DENALOUET presentó un Estudio sobre "El mecanismo de las heridas en aviación"; estaba limitado a las heridas en la cabeza y no tenía especial interés.

El también francés MUNRO reiteró en su Ponencia los principios básicos de la selección médica de los pilotos.

GARSAUX, se refirió a las primeras Cámaras de temperatura y presión.

Finalmente, HILL, del Reino Unido, presentó la Ponencia más interesante con el ostentoso título de la "Máquina humana en aviación", al final de la cual, después de una moderada discusión, se sacaron unas extrañas conclusiones:

1. La cuantía moderada del vuelo no afecta al organismo del piloto.
2. El desgaste orgánico del piloto no es mayor que el de otras profesiones.
3. La salud de los pilotos es la típica de su grupo de edad.

Parecía como si los primeros médicos de aviación vieran en el vuelo el obligado origen de nuevas enfermedades, en parte justificación a los términos empleados en fisiopatología aeronáutica: "Enfermedades del aviador"; "Aero-neurosis"; "Astenia de los pilotos"; "Hipertrofia cardíaca de los aviadores", etc. y también a la inclinación de los médicos aeronáuticos a tratar cualquier trastorno temporal como impedimento definitivo. Consecuencia de esta tendencia fue que al no poder probar el desgaste prematuro del organismo del piloto se pasaron al extremo opuesto

y negaron toda influencia perjudicial del vuelo sobre el organismo, entorpeciéndose con estos desacuerdos el desarrollo de la medicina aeronáutica. (166)

En 1923 aparece en Italia el primer Tratado de Medicina Aeronáutica, publicado bajo la dirección de AMADEO HERLITZIA, con el título Fisiología de Aviazione, volumen de más de 150 páginas, dividido en tres partes: una primera en la que se trata la teoría del vuelo de los pájaros; una segunda, referente a nociones sobre Fisiología del hombre durante el vuelo, en la que se sienta el concepto de la acapnia de MOSSO, en contra de la teoría de la pura anoxia de PAUL BERT; en la tercera parte expone los métodos fisiológicos y clínicos de la selección de pilotos. (167)

Al año siguiente se crea en Florencia el Instituto Psico-Fisiológico para pilotos del Ejército y otros dos más, en 1926, en Roma y Turín. En este mismo año se crea el Ministerio de Aeronáutica; se cambia el nombre de Instituto Psico-Fisiológico por el de "Istituto Médico-Legale per L'Aeronautica" con las misiones de selección y control del personal aeronáutico, e investigación sobre la fisiopatología del aviador, a la vez que se promulga el Reglamento del Servicio Sanitario Aeronáutico. (168)

En 1924 se publica en Francia el libro de QUIX Enfermedades del Mar y del Aire, en el que hace un detallado estudio de la fisiopatología de ambos medios. (169)

En el mismo año BAYEAUX, publicó interesantes datos sobre cambios estructurales de los tejidos pulmonares después de un tiempo de permanencia en la altura, y la Firma "Dreger" fabrica en Alemania equipos de O₂. (170)

En 1925 tiene lugar en Bruselas un nuevo Congreso Internacional de Medicina Aeronáutica. En él participaron Comisiones médicas del Reino Unido, Francia, Bélgica, Italia, Alemania, Polonia y Rumanía. Las Comunicaciones pre-

sentadas al mismo, en general, se referían a material anterior a la Guerra y trataban de la selección de pilotos sin proponer métodos nuevos.

El representante del Reino Unido, HILL, tocaba en su Comunicación casi todas las cuestiones de la Medicina Aeronáutica, pero respecto a la selección apenas si insistía en la extensión de métodos clínicos incrementados por la investigación de la coordinación de movimientos por el aparato de Read, y del estudio de la agudeza auditiva con el aparato de Tucker. FLACK, también del Reino Unido, dice en su Comunicación que las funciones más importantes del piloto son: la visión, la coordinación neuromuscular, la sensación muscular y articular y la otolítica. A FLACK se debe la introducción del aparato Read y el estudio de la función otolítica por el test de la Silla de Barany. También se refiere FLACK en su Comunicación a los tiempos de apnea, a la neumomanometría, y a los test funcionales del sistema cardiovascular.

BRABAN, del Bélgica y BEIN, de Francia, presentan Comunicaciones sobre estudios psicofisiológicos. Llega BEIN a las conclusiones de que la simple velocidad de reacción psíquica no vale como criterio selectivo para pilotos, siendo mejores los resultados cuando se empleaba una prueba que llevaba encerrada una reacción o se estudiaba la memoria kinestésica. Reconoce BEIN, sin embargo, que no había test fisiológico capaz por sí sólo de valorar la aptitud, pero que la combinación de varios sí podía tener valor en la selección. BRABAN sugiere que en la prueba de atención del piloto se empleen dos series de números.

ANASTASIU (Rumanía) y BEIN, GARSUX y CRUCHET (Francia), tratan las cuestiones fisiológicas. ANASTASIU presenta información sobre medidas de la presión sanguínea a 220 pilotos antes y después del vuelo y dice que en la ma-

yor parte de los casos, la presión era mayor después del vuelo. CRUCET da datos experimentales respecto a los cambios de presión de la sangre durante el ascenso simulado en Cámara de Baja Presión, en el sentido de un aumento de la presión sistólica y apenas afectación de la diastólica y de su normalización por la administración de O_2 . BEIN comunica el resultado de sus cálculos en cuanto a la cantidad de las necesidades de suministro de O_2 a distintas alturas, que cifra en: 9,91 litros de O_2 por minuto a 3.000 metros; 3,83 a 10.000 y 2,83 a 6.000 metros. En otra Comunicación BEIN da los resultados de su investigación sobre variabilidad de la curva de adaptación de la retina en la oscuridad y recomienda el empleo de iluminación rojo-púrpura en las cabinas de los pilotos. GARS AUX describió su nuevo aparato de O_2 líquido e hizo demostraciones de su uso.

FERRY trata en una Comunicación el tantas veces repetido tema de las enfermedades del aviador con la novedad de considerar una primera fase de reacciones cardiovasculares temporales, una segunda fase, que iría acompañada de: albuminuria, insuficiencia suprarrenal, depresión, astenia, atonía gastrointestinal y azotemia. En otra Comunicación que lleva por título "Causas de accidentes en vuelos de aeronaves y métodos para evitarlos", refiere incidencias personales de desorientación espacial durante el vuelo, y cómo se salvó al fiarse de los instrumentos de a bordo.

ROULEAUX (Bélgica) se refiere al posible papel del avión en la transmisión de enfermedades infecciosas, planteando la necesidad de extender los Estatutos del Convenio Internacional de Transportes sobre Ferrocarril al transporte aéreo.

Finalmente, ANGELO DI NOLA (Italia) y SAND y TILMAN (Francia) se refieren a los aviones ambulancia.

Como consecuencia de las discusiones de este Congreso, se formulan cuatro puntos:

- 1º Que la Cruz Roja Internacional debiera obtener la neutralidad de los aviones ambulancia en tiempo de guerra.
- 2º Que todos los instrumentos y posición de los mismos en el avión, debieran ser homologados en lo posible.
- 3º Que la posición de los instrumentos en el panel y laterales de la cabina, debería ser tal que el piloto quede protegido en caso de accidente.
- 4º Que los pilotos en vuelo deberán fiarse más de la lectura de los instrumentos que de sus propias sensaciones. (171)

En 1926 ve la luz en Baltimore el Tratado de Medicina Aeronáutica del que es autor L.H. BAUER: Aviation Medecine, que incorpora las consecuciones de la Medicina Aeronáutica mundial durante la I Guerra y años siguientes. Las tres partes en que se divide el libro: Selección de pilotos, Fisiología Aeronáutica y Servicios Médicos, ponen al día la información Médico-Aeronáutica; además, incluye BAUER, al final del libro, una Bibliografía de 503 títulos.

Se señala ya en este libro que por la acción de las aceleraciones radiales, que hacen su aparición durante el vuelo acrobático, se provocan anemias cerebrales con efectos que pueden ir desde ligeros embotamientos a pérdidas de conocimiento en pleno vuelo, con las consiguientes consecuencias, según la intensidad y resistencia del piloto a las mismas. Fue traducido por VASILEV y publicado en Rusia en 1927. (172)

Coincidentemente se funda en EE. UU. el "Bureau of Air Commerce", que establece la exigencia de un examen médico previo a la licencia de vuelo, lo que plantea la urgente necesidad del Médico Aeronáutico civil. Asimismo se organiza en EE. UU. el primer Programa serio para la instrucción de los médicos de la Armada afectos a la Aeronáutica, que se desarrolla en la Escuela Naval de Washington, constando de tres cursos de un trimestre cada uno; los dos primeros en la propia Escuela de Washington y el tercero en la Base Aeronaval de Pensacola (Florida). Durante el primer trimestre los alumnos médicos se entrenaban en la práctica de reconocimientos aeronáuticos y completaban estudios de ciertos temas de determinadas especialidades de interés Médico-Aeronáutico: Oftalmología, Otorrinolaringología, Cirugía traumatológica, Cardiología y Defensa contra gases, principalmente. El segundo trimestre lo dedican íntegramente a estudiar Medicina Aeronáutica, profundizando en métodos especiales de Reconocimiento, Higiene del aviador, Fisiología Cardio-respiratoria y Neuro-Muscular, comenzando en este segundo trimestre a preparar una Tesis. El tercer trimestre tenía por objetivo la familiarización del alumno con los variados aspectos de la Aviación Naval. Al final, al alumno considerado apto, le era expedido el título de Médico de Aviación. (173)

En este mismo año MISOVSKI y TUVIA insisten en que las radiaciones cósmicas disminuyen en intensidad al aumentar la presión barométrica, reafirmando en la supuesta creencia de la procedencia extraterrestre de estos rayos desconocidos, que se les llamó cósmicos por suponer su fuente de origen en algún lugar del espacio universal o cosmos. (174)

ROSIN, en este mismo año de 1926, prueba en animales sometidos a hipopresión en Cámara de Baja Presión la existencia de una infiltración grasa en el hepatocito, se-

halando LUFT y ROSIN que al intensificarse el defectuoso aporte de O_2 aparecen necrosis en las células nobles del hígado. Todas estas lesiones se localizan, preferentemente, en las inmediaciones de la vena central del lobulillo. Estas experiencias serían confirmadas en monos por TROWEL y por GRANDPIERRE y GROCHOT en perros y cobayas, comprobándose por otra parte su carácter de evolutivas. Posteriormente estos hallazgos serían también confirmados por KRITZIER, MULLER y ROTTEN en aviadores muertos por anoxia brusca entre 7.000 y 9.000 metros. (175)

PUIG QUERO, Comandante Médico del Ejército Español, reorganiza, en 1926, el llamado Laboratorio de Reconocimiento del Aeródromo de Cuatro Vientos y empieza a sistematizar los reconocimientos iniciales y periódicos de los pilotos, esbozando una primitiva Cartilla Sanitaria del Aviador. Su entrega advertida por la Superioridad se traduce en posibilidades de mayor atención al material humano.



Fig. 29 Puig Quero

Estudia PUIG QUERO con especial atención los problemas médico aeronáuticos y asiste a un Curso de Psicología Aplicada en el Instituto Nacional de Psicotecnia donde, aparte de los problemas psicológicos y psicotécnicos tiene oportunidad de practicar exploraciones oftalmológicas, y otorrinolaringológicas. A partir de entonces y contando con nuevos logros de material, los reconocimientos del Laboratorio se hacen más comple-

tos: pruebas oftalmológicas, otorrinolaringológicas, incluyendo las de orientación y equilibrio, exploración de tiempos de reacción, exámenes hematológicos, etc.

Con motivo del intento de vuelo estratosférico con globo libre, proyectado por HERRERA, PUIG QUERO ideó un equipo y un traje de vuelo que por su ingeniosidad y especiales características bien pudiera considerársele precursor de los trajes espaciales diseñados muchos años después.

Diez años después, con motivo de la Guerra civil española, desaparece el Centro y con él se pierde todo el material de trabajo y el Archivo en el que se reflejaban datos de indudable interés para el futuro. (176)

Se crea en Argentina, en 1926, un Instituto de Selección y de Estudios de Investigación, con Secciones de Medicina General, Radiología, Oftalmología, Otorrinolaringología y Psicofisiología. En mayo de 1927, con ocasión de la habilitación de la Base Aeronaval de Punta Indio, se inauguró en la misma un Gabinete de Psicofisiología, cuya dirección fue encomendada a D'OLIVEIRA ESTEVES.

En 1927 tiene lugar en Roma el IV Congreso Internacional de Navegación Aérea, del que una importante Sección se dedicó a la Medicina Aeronáutica y en la que participaron especialistas italianos y extranjeros. En ella se trataron variados temas, mereciendo citar las Comunicaciones sobre: "La higiene del aviador" (ALIOTTA); "Sentido del movimiento rotatorio en Aviación" (AGGAZZOTTI); "La Presión arterial" (ANASTASIU); "Mal de los Aviadores" y "Adrenalinemia en el Vuelo de altura y en el esfuerzo" de los españoles GOST y GASSET; "El sentido muscular en los aviadores" (FERRY); "La función auditiva en relación con el vuelo" (GALEONE); "La eritrocitosis del aire rarefacto" (MARULLI); "La valoración del sentido muscular en el piloto" (PARODI); "Influencia de la luz roja sobre el adap-

tamiento retínico" (TALENTI) y "La higiene del aviador" (SCHROETTER). Lo más trascendente de este IV Congreso fue una resolución concerniente al avión-ambulancia, nombrándose una Comisión especial con miembros representantes de todos los países, que había de encargarse del estudio detallado de los servicios de ambulancia en cada país y su planificación para el futuro.

Acaso, favorecido por la influencia de un ambiente propicio, se crea en este mismo año en Italia un Comité para el Estudio Sanitario Aeronáutico, compuesto por Oficiales Médicos y Profesores Universitario. (177)

Asimismo, en este mismo año de 1927, en Alemania, BAUER crea en Hamburgo el primer Instituto de Medicina Aeronáutica, en el que cuenta con una Cámara de Baja Presión bien equipada. Simultáneamente se inicia, en la Universidad alemana de Wurzburg, un Curso de Fisiología humana en vuelo, uno de cuyos frutos sería el record de 12.739 metros de altura que conseguiría, dos años más tarde con aporte de O_2 por el sistema "Dreger", el piloto alemán NEUENHOFEN.

A partir de 1928 comenzarían a salir a la calle en Alemania, publicaciones de KAISER, GILLERT y STRUGHOLD. (178)

En 1928 se redactan en La Argentina, bajo la supervisión de MILANO, unas interesantes Normas de examen Médico de los aviadores que eran expresión de las directrices que venían aplicándose en el Gabinete Psicofisiológico de "El Palomar". Representaban, en realidad, un criterio intermedio entre las dos corrientes mundiales en cuanto a criterios de selección: el fisiológico y el psicológico.

Concedía MILANO toda la importancia que tiene el examen somático, sin menospreciar el examen psicofisio-

lógico, eligiendo los métodos que, a manera de verdaderos test, sirven para revelar la fisionomía anatómica, fisiológica y psíquica de los sujetos observados. El examen contenía cinco partes: interrogatorio; examen clínico o somático; examen de los órganos de los sentidos; examen del aparato vestibular y examen psíquico.

En el interrogatorio se recogían todos los antecedentes personales, deportivos, hereditarios, patológicos, accidentes y traumatismos sufridos, hábitos de alcohol, tabaco, etc. De los antecedentes se daban valor especial a la sífilis y de los traumáticos a los recientes de cabeza seguidos de pérdida de conciencia. Se tienen muy en cuenta los indicios de epilepsia, los vértigos, los trastornos de la atención, las pérdidas de sustancia ósea del cráneo, las cicatrices de heridas penetrantes del tórax o abdomen, los acortamientos de extremidades, etc.

En el examen clínico general, se determinaba: peso, talla, perímetro torácico y abdominal, índice de Pignet y Bouchard, estado de nutrición, desarrollo esquelético y muscular, existencia de adenopatías. En cuanto a la exploración del aparato respiratorio, se hacía examen clínico común y se practicaba radiografía y espirometría. En la del aparato cardiovascular, se tomaba pulso y presión arterial, en reposo y después del ejercicio. En el examen del S.N., se exploraban reflejos, equilibrio espontáneo y provocado, Romberg, Romberg sensibilizado, Babinski y pruebas complementarias en caso de respuestas dudosas. Se hacían análisis de sangre y orina.

En el examen de los órganos de los sentidos, se determinaba agudeza visual, visión crepuscular, sentido cromático; examen del aparato auditivo y primeras vías aéreas, sorderas, lesiones timpánicas, estado de los dientes, amígdalas y adenoides; se controlaba permeabilidad de vías nasales y respiratorias superiores, permeabilidad de la trompa de Eustaquio. La exploración de la audición se hacía

por la voz afona, diapasones y fonómetros. Se hacía examen de las sensaciones musculares y se empleaba el Ergo-estesiógrafo de GALIOTTI. En el examen del aparato vestibular, se hacía la prueba nistágmica de BARANY con sillón giratorio, la de indicación de BARANY y la de deambulación.

El examen psíquico era objeto de cuidado especial: se practicaban test, se utilizaba el registrador mental de MO y ALBERTI que registraba tiempos de reacción simples se realizaban pruebas de concentración y fluctuación de la atención con las tablas de SAFFIOTTI.

Se consideraba en todo caso sopesadamente la aptitud o no aptitud y la posibilidad de recuperación. (179

Los franceses BEHAGUE, GARSEAUX y RICHEL, en este mismo año de 1928, alcanzan en Cámara de Baja Presión una altura simulada de 13.800 metros (180)

El científico ruso RYNIN en su libro publicado en 1929 Superaviación y superartillería, estudia los efectos de las aceleraciones, comenzando por hacer referencia a los experimentos de TSIOLKOVSKII de 1891, centrifugando cucarachas. Convencido del creciente aumento de la aceleraciones, decide continuar los experimentos de TSIOLKOVSKII y con la colaboración de LIKHACHEV, KARASIK y SERGEYEV construye dos centrifugas experimentales: una de un metro de radio y 300 revoluciones por minuto; y otra, de 0,32 metros de radio y 2.800 revoluciones por minuto. Sonete a los efectos de las mismas a insectos -escarabajos y cucarachas-, peces -carpas-, anfibios y mamíferos, a los que dejaba sin sujetar y determinaba su tolerancia. El resultado de sus experimentos fue de que, el gato y el conejo toleraban 10 g. durante 2 segundos; los ratones blancos 10 g.; los pájaros de 30 a 39, las ranas, 48 g., la carpa 28, y las cucarachas 2.500 g. (181)

Del 15 al 20 de mayo de 1929 tiene lugar en París y en el marco de la Sorbona el I Congreso de Aviación Sanitaria, en el que estuvieron presentes veinte naciones, entre ellas España, representada por el Teniente Coronel Médico Agustín BAUMBERGHEN. Se presentaron al mismo distintas Ponencias y Comunicaciones. La primera Ponencia, a cargo del Coronel CHEUTIN es un bosquejo histórico de la Aviación sanitaria, recordando cómo fue en Marruecos donde, prácticamente, tiene sus orígenes, ya que durante la campaña se hicieron más de 4.000 evacuaciones, que permitieron una mejor asistencia.

Representantes de los Países Bajos, Suecia y Polonia, intervinieron para exponer la organización de la Aviación Sanitaria en sus respectivos países.

Siguen importantes Comunicaciones sobre: La Aviación Sanitaria en las Colonias; La Aviación Sanitaria como órgano de evacuación en tiempo de guerra; Las condiciones fisiológicas del transporte en avión sanitario; La Aviación Sanitaria en tiempo de paz; El material sanitario aéreo, etc.

Se acuerda la necesidad de conseguir la neutralización de las aeronaves sanitarias, que deberían ir pintadas de blanco y con la Cruz Roja estampada a ambos lados del fuselaje y en las caras superior e inferior de las alas. Precisamente en estos términos es aprobada la propuesta en la Convención Internacional de Ginebra del 27 de julio del mismo año.

SCHICKELI habla de la utilidad del helicóptero para evacuaciones de montaña. FERRY apunta la conveniencia de que los médicos de los aviones sanitarios fueran pilotos. El italiano ANGELO D'NOLLA trata de la utilización de los aviones sanitarios en la lucha contra el paludismo, por pulverización de las charcas con líquidos adecuados, y refiere cómo ya el año anterior -1928- varios

aviones del Ejército americano habían pulverizado insecticidas contra la superficie de las aguas del Lago Managua, foco palúdico importante, logrando prácticamente la erradicación del paludismo en aquella zona.

En el Aeródromo de Orly se realiza ante los congresistas una exhibición de evacuaciones con distintos modelos de aviones sanitarios, como el "Potez-29", capaz para tres heridos acostados, uno sentado y un enfermero; el "Junkers-43", capaz para dos heridos y un enfermero y el "Lioré Olivier" L.O 21, avión bimotor dispuesto para transportar ocho camillas, médico y enfermero.

Las conclusiones del Congreso pueden resumirse en:

Solicitar de los Gobiernos representados el mayor apoyo posible para la mayor expansión y desarrollo de la Aviación Sanitaria.

Pedir la prioridad de circulación, de utilización de campos de Aviación y del uso de los medios auxiliares a la navegación, así como el libre paso de fronteras.

Preveer el agilizar la posible adecuación de aviones comerciales en caso de necesidad, ya sea en paz -por accidentes o calamidades- o en guerra -para la práctica de evacuación de heridos-.

Interesar de los Poderes Públicos el que sean compensadas las Sociedades o Empresas privadas que construyan o utilicen aviones sanitarios.

Insistir en que la situación de los aviones sanitarios sea regulada en lo concerniente a la inmunidad, por reglamentación internacional.

Se enunciaron en este I Congreso una serie de temas que deberían ser estudiados en el II, referentes a seguridad en los aviones sanitarios, contraindicaciones médi-

cas y quirúrgicas del transporte sanitario, creación del Cuerpo de Sanidad Aérea, etc.

Se decidió en el mismo, la creación de un Comité permanente con domicilio en París, y fue propuesto por NEMIROWSKI la creación de un Premio destinado al técnico realizador del avión sanitario de mejores cualidades de seguridad, adaptación y confort.

En el mismo año de 1929, la Marina de Guerra francesa intuye la utilización de los aviones sanitarios en el transporte de medios y personal técnico especializado a buques con grandes desperfectos y cantidades de heridos cuya evacuación masiva era impracticable. Asimismo, también para el rescate de náufragos y su transporte a Centros Hospitalarios.

En el trabajo "Aviación Sanitaria Marítima", publicado por BELLIDE y BRAXMEYER en la Revista de Medicina y Farmacia Naval de agosto de 1929, se refieren, en sus Conclusiones, respecto a la asistencia Médico-quirúrgica sobre el litoral, a que las evacuaciones aéreas hasta los Centros Hospitalarios estaban en vías de realización por medio de hidro-aviones sanitarios y a que una ambulancia anfibia, provista de equipo, podría ser utilizada para el transporte del personal facultativo hasta los heridos o enfermos graves. Asimismo, respecto a los socorros aéreos a Fuerzas Navales o navíos aislados, dicen que el embarque de un avión sanitario sobre cada acorazado o crucero y su lanzamiento por catapulta parece irrealizable, como asimismo el empleo de un autogiro para cada buque. La presencia de aviones sanitarios sobre porta-aviones no era practicable por razones de orden militar y de neutralidad internacional. Afirman asimismo, que el contar con buques hospitales que harían el papel de porta-aviones sanitarios, sería ideal para la guerra, pero que su realización sería costosa, apuntando en tal caso la conveniencia de que todo buque hospital contara con un

hidroavión sanitario. Dicen, finalmente, que la instalación sobre el litoral de Parques de Aviación Sanitaria, permitiría que estos aparatos, en todo caso anfibios, pudieran ser llamados para proceder a evacuaciones de urgencia o transporte de medios a bordo del buque, así como para cooperar en la búsqueda de náufragos. (182)

En la Unión Soviética aparece, en 1930 el libro de DOBROTVORSKII, Flyng, que contenía sus conferencias en la Academia de Aviación Militar de Zhukovskii, de donde era profesor, y que contenía su gran experiencia, muy fundamentalmente la obtenida en sus largos y frecuentes vuelos realizados para una completa observación de las reacciones fisiológicas del piloto y de él. Dice DOBROTVORSKII en la Introducción, que el libro "contiene no tanto una exposición sobre Fisiología e Higiene del vuelo, como un escalonado y progresivo estudio de los efectos del mismo sobre el organismo".

El libro de DOBROTVORSKII consta de cinco capítulos:

En el primero analiza los elementos empleados por la aviación militar. Facilita datos sobre el tamaño de la cabina, ofrece las medidas más convenientes de la misma y los diseños más lógicos de asiento, pedales, palancas y panel de instrumentos.

En el segundo capítulo, trata de los efectos del ruido del motor, de los gases del escape, del viento, de la reducción de la presión barométrica, deficiencias de O_2 , reducción de la temperatura del aire, ambiente y de los efectos de las fuerzas de inercia. Trata con especial detalle la aceleración, lo que le concede a DOBROTVORSKII la primacía en el estudio de este problema (SERGEYEV), primacía atribuida a los hermanos DIRINSHOFEN que son para la literatura no rusa considerados tradicionalmente los primeros en tratar la Fisiología de la acelera-

ción. Dice el autor ruso que el trabajo de los hermanos DIRINGSHOFEN salió a la luz en 1932, y el libro de DOBROTVORSKII lo hace en 1930.

Aporta DOBROTVORSKII datos numéricos del exceso de carga que se produce como consecuencia de una aceleración rectilínea o radial; señala que, tal vez, fuera la fuerza centrífuga capaz de producir el movimiento de la sangre, que aumentaba el peso de los órganos internos y se facilitaba su desplazamiento y que se producían trastornos de coordinación durante la acción de la aceleración, dando un punto de vista correcto de cómo actuaba la aceleración.

Los capítulos tercero y cuarto los dedica a un minucioso estudio de las funciones desarrolladas por los pilotos, tanto de caza, como de reconocimiento, bombardeo y observador.

En el capítulo quinto, trata de los médicos aeronáuticos, destacando su misión y primer plan organizacional.

Al año siguiente publica DOBROTVORSKII dos trabajos sobre Higiene del Vuelo: uno, sobre trajes y otro, sobre organización de las misiones del vuelo. (183)

EGOROV y PERESKOKOV unieron su material para el estudio del suministro de O_2 en la altura y en 1931, aparece publicado un estudio conjunto sobre "Techo del Aviador", en el que experimentan con sesenta y nueve pilotos. Como resultado de sus trabajos, establecen que había que actuar con el respirador de forma discontinua, después de 27 o 28 minutos, cuando el contenido de O_2 del aparato había llegado a 7,96 % correspondiente a una altura de 7.000 metros, en la que la frecuencia pulsátil aumentaría en un 38 %; la respiración en un 10,40 %; la intensidad de los movimientos respiratorios en un 31,40 %; la

presión máxima de la sangre en el 12,40 %, a la vez que la mínima se reducía en un 8,70 %

Sugirió EGOROV la adición de CO_2 al aire respirado en las alturas, estableciendo que la adición de un 5 a 7 % de CO_2 mejoraba las condiciones subjetivas y objetivas del individuos e incrementaba las posibilidades de tolerancia a la altura. El contenido en CO_2 es de 0,01 % a 6.750 metros; del 1 al 3 % a 7.250 y de 3 o más a los 8.000 metros.

Con la aparición de la publicación "La higiene del vuelo", aparecida en 1931 y de la que son autores LATKIN y YAKOVLEV comienza a tener sentido, dentro de la Medicina Aeronáutica, una nueva tendencia: la higienista. (184)

En EE. UU. nace, en 1929, la "AERO MEDICAL ASSOCIATION", con BAUER como Presidente y formada por médicos civiles de vuelo y médicos aeronáuticos del Ejército y de la Armada, Asociación que en marzo de 1930 comienza la edición de la Revista de Medicina Aeronáutica Journal of Aviation Medicine. (185)

En 1930 se crea, en Polonia, bajo la dirección de GOSZED, conocido por su Tesis sobre la campana neumática en la construcción de un puente sobre el río Neva, y merced a sus esfuerzos, el Instituto de Investigación de Medicina de Aviación de Polonia, que cuenta con Departamentos de Fisiología, Higiene, Medicina Clínica y Psicología y del que pronto van a aparecer publicaciones de MISSYURA, LEOSHKO, FIUMEL y otros; y es la coincidencia de un alto porcentaje de accidentes en sus Fuerzas aéreas, el urgente estímulo para una manifiesta agilización de las medidas de organización de la Medicina Aeronáutica polaca, que alcanza pronto un aceptable nivel. (186)

La investigación hacia el mayor perfeccionamiento de la Aviación Comercial se ha ido poniendo en marcha y la Medicina Aeronáutica, cargada de experiencias y de en-

señanzas adquiridas durante la guerra, se ha puesto al servicio de la aviación de la paz, para resolver sus problemas.

Preocupa fundamentalmente el creciente techo de los aviones, por temor a los efectos nocivos de las capas altas de la atmósfera, en el vuelo de alta cota. El profesor suizo AUGUSTO PICARD proyecta un globo tripulable capaz de elevarse por encima de los 15.000 metros, con la intención de estudiar las altas capas de la atmósfera y, en especial, los efectos de los rayos cósmicos.

A PICARD, con aires de sabio surgido de una novela de Julio Verne, se le presentan graves dificultades que él soslaya con agudo ingenio. Construye un aerostato de forma de gran esfera, hecha de aluminio y herméticamente cerrada, y para evitar el excesivo calor del día -por irradiación solar- y el frío de la noche -por irradiación- PICARD pinta la parte exterior de la esfera de un color gris que en creencia tendería a equilibrar las diferencias térmicas, y lo que complementado con otros dispositivos, especie de "gradalux térmico" le conduciría al éxito en su planificada ascensión de 15.000 metros. El hecho de conseguir el ascenso dentro de la esfera con la misma presión atmosférica del suelo convierte a PICARD en ser el primero en ensayar la "cabina estanca" de tanto porvenir aeronáutico. (187)

JONGBLOED describe en el mismo año de 1930 los efectos de la altitud simulada en Cámara de Baja Presión, exponiendo un síndrome caracterizado por dolor de los miembros y del abdomen, consecutivo a la disminución rápida de la presión atmosférica al que denomina: "Enfermedad por defecto de presión". (188)

Asimismo, en este mismo año, GODDARD, con cohetes estabilizados giroscópicamente alcanza velocidades de 800 kms./hora, esfuerzo muy digno de valorar en busca

del mejor conocimiento de la alta atmósfera.

También en 1930 se desarrolla en París el I Congreso de Seguridad Aérea, al que se aportan importantes conceptos sobre higiene aeronáutica. Entre las Comunicaciones al mismo sobre temas de Higiene, destacan: la de BALL, que trata de la protección del oído contra el ruido; otra de FLAMN, sobre aspectos de protección de los trajes; la de SHELLE, BEER y PERREN, sobre trajes de vuelo; la de PRAVAZ, sobre protección de los pilotos contra el frío; una de CHANLIER y otra de FAUMBERT, referentes a protección ocular. El Representante de España LUIS FIGUERAS BALLESTER, Médico de la Armada afecto a la Aeronáutica Naval y uno de los primeros en nuestra patria de estudiar los efectos del vuelo sobre el hombre y gran entusiasta y defensor de la Aviación Sanitaria, presentó una importante Comunicación, en la que expone la necesidad de fijar unas limitaciones de altura y define y precisa los conceptos de: "techo de trabajo", "techo vital" y "techo individual". Señaló la necesidad de contar en todo Centro de Medicina Aeronáutica con una Cámara de Baja Presión indispensable para poder establecer ese "techo individual" y que dicho techo debería ser reflejado en la ficha de cada piloto para ser tenido en cuenta al determinar la aptitud del mismo para determinadas misiones aeronáuticas. (189)

Dentro de este mismo año de 1930, tiene lugar en La Haya, el V Congreso Internacional de Comunicaciones Aéreas. En él había una Comisión Médica a la que, presidida por BECK, fueron aportadas 32 Comunicaciones de Médicos de Italia, Francia, Bélgica, Holanda, Polonia, Rumanía, Hungría, Dinamarca y Checoslovaquia.

JONGBLOED (Holanda) presentó una interesante Comunicación referente a las variaciones de la composición

del aire alveolar a diferentes alturas, dando cifras de los distintos niveles de O_2 en relación a las mismas. Los experimentos fueron realizados por ascensiones ficticias en Cámara de Baja presión, llegando a alturas de hasta 14.000 metros; estableciendo las necesidades de suplencia de O_2 en 3,4 litros por minuto para una altura de 6.000 metros; 4,6 litros, para 9.000 metros y 6 litros por minuto, para 12.000 metros. Refiere en ella JONGBLOED por primera vez las manifestaciones sistomáticas de la enfermedad de descomprensión y da una correcta interpretación en cuanto a su etiología nitrogenada.

TALENTI y MARGARIA (Italia) exponen sus estudios sobre los cambios en la respiración pulmonar, cociente respiratorio y composición del aire alveolar en ascensiones hasta de 5.000 metros, examinando los autores estos cambios de acuerdo con el concepto de acapnia expuesto por MOSSO.

MISSYURO (Polonia) estudia el metabolismo gaseoso en tres pilotos volando a diferentes alturas, y dice haber observado que la ventilación pulmonar aumenta desde los 3.000 metros, incrementándose el CO_2 expirado en un 5,43 %, a la vez que se incrementa el consumo de O_2 y el cociente respiratorio.

SCHUBERT (Checoslavaquia) dice en su Comunicación que la hiperemia pulmonar en la altitud es debida al efecto mecánico de descenso de la presión barométrica.

CACCIAPUOTTI (Italia) se refiere a la significación del efecto mecánico de baja presión barométrica en la patogenia de las enfermedades de altura.

JONGBLOED, en una segunda Ponencia, refiere sus observaciones fisiológicas en cuatro pilotos que volaron 23.000 kms en 40 días, afirmando que no pudo detectar en ellos señales de fatiga. Piensa que debe fijarse el lí-

mite máximo de jornada para los pilotos en ocho horas.

MARULLI (Italia) se refiere a la reducción del tiempo de apnea en la altura.

ACQUA, estudia la glucemia en vuelos a cotas de hasta 4.300 metros, comprobando la falta de cambios en la misma.

Una buena parte de las Ponencias sobre cuestiones clínicas se referían a los trastornos del aparato vestibular en los pilotos. La principal Comunicación a este respecto fue una de QUIX (Francia) en la que, por otra parte, repite conceptos ya anteriormente expuestos por él en su libro Enfermedades del mar y del aire.

BROUVERT (Bélgica) dice que factores como sistemas de ventilación del avión, aire acondicionado, ruidos, vibraciones, inhalaciones de gases tóxicos del escape, estímulos visuales y estado mental, juegan gran papel en la génesis de la enfermedad del aire.

ERICSON (Dinamarca) presentó nuevos aparatos de exploración de las funciones equilibratorias.

CALY (Francia) hizo en su Comunicación un estudio crítico de los distintos procedimientos de exploración del aparato vestibular.

CASSELLA (Italia) expuso la ausencia de respuestas del sistema otolítico en los vuelos ficticios en Cámara de Baja Presión.

Dos Ponencias: una de POL (Francia) y otra de CARUCCHIO (Italia) estaban dedicadas a la percepción de colores por los pilotos. Otra de ANASTASIU (Rumanía), trató de la necesidad de la profilaxis antimalaria en los pilotos. FERRY se refirió a que los pilotos que estuvieran sometidos a tratamiento antisifilítico con ar-

senicales no deberían volar hasta pasar los ocho días de la suspensión de su tratamiento. SCALA (Italia) significó la presencia de ictericia, que cataloga de emocional, en un piloto después de un descenso en paracaídas desde los 5.000 metros. ALLIOTTI (Italia) se ocupó en su Ponencia de los cambios de composición de la orina después de los descensos, sugiriendo la posibilidad de la uremia aumentada como causa de algunos accidentes.

De especial interés fue la Comunicación de FERRARI, LELLI y ACCORINTI (Italia), sobre cambios morfológicos del tejido pulmonar de conejos muertos a distintas alturas. Presentaron microfotografías en las que se observan señales evidentes de atelectasia, infartos del tejido pulmonar, enfisema marginal y hemorragias.

Se presentaron sólo tres Comunicaciones sobre psicotecnia: la de FERRY en la que aseguraba que el estudio de las reacciones psicomotoras no era significativo y que la selección física y clínica de los pilotos era esencial, la de ACQUA (Italia), que afirma que el estado emocional del piloto es perfectamente evidenciado por los test psicotécnicos, y la de CAPEK (Hungría) que recomendaba la exploración psicogalvánica para la detección de complicaciones latentes.

GIACOMELLI (Italia) analizó en su Comunicación los distintos términos sobre enfermedad de la altitud y terminó sugiriendo que sóloamente deberían persistir los de: "Enfermedad de altitud"; "Enfermedad del Aire"; "Enfermedad del Vuelo Aeroneurosia" y "Enfermedad de aceleración".

Cuatro Comunicaciones hacían referencia a entrenamiento y cualificación de los Médicos aeronáuticos: Una presentada por BROUVERT (Bélgica) y las otras tres por FERRY (Francia). Piensan, según ellas, los autores que el entrenamiento de vuelo es fundamental para el médico

y que los médicos aeronáuticos deberían ser pilotos. La Delegación británica, con FLACK a la cabeza, muestran su excepticismo, lo que no impide la masiva favorable acogida. Insiste FERRY en que aquellos médicos que estén en reserva de vuelo deberían seguir los entrenamientos y volar de pilotos los destinados en unidades de aviones-ambulancia.

GARSEAUX (Francia) se mostró contrario al acceso de la mujer al pilotaje de aviones, fundándose en su inferioridad biológica, lo que fue acremente discutido por KLACK.

En la Sesión Plenaria del Congreso, se adoptaron cuatro Resoluciones:

"1ª. Solicitar del Gobierno Holandés sugirieran a todos los Gobiernos de los países representados en el mismo, la conveniencia de crear una Comisión Internacional de Medicina Aeronáutica, a cuyo fin quedó constituido un Comité provisional, formado por BECK, BROUVERT y JONGBLOED, encargándose a SILLEVER la preparación de una publicación periódica sobre "Medicina Aeronáutica".

"2ª. Ante la importancia del mareo del aire, para los aviadores combatientes, llama la atención el Congreso a los diseñadores, sobre la conveniencia de mejoras en los sistemas de ventilación y calefacción, y a los médicos sobre la de profundizar en el "estudio de las enfermedades aéreas".

"3ª. El Congreso pone de manifiesto importantes "estudios experimentales sobre la iluminación más racional de la cabina del piloto durante el vuelo nocturno".

"4ª. Consciente de la importancia especial de la "Medicina Aeronáutica, el Congreso expresa su deseo de un mejor entrenamiento de los Médicos Aeronáuticos en: Fisiología, Patología, Terapéutica, Psiconeurología, Higiene y Tecnología aeronáutica; entrenamiento que debería incluir frecuentes vuelos. Si bien los Médicos Aeronáuticos pueden no ser pilotos, sí deben hacer frecuentes vuelos que les capaciten para un mejor conocimiento de las incidencias del vuelo sobre el organismo del piloto". (190)

En el Reino Unido el progreso de la Medicina Aero-náutica fue nulo desde la terminación de la I Guerra Mundial hasta 1930 en que resurgiría. Sus Delegados científicos no colaboraron activamente en ninguno de los cinco Congresos Internacionales habidos. Su pasividad es inexplicable si se tiene en cuenta el abundante material fisiológico que poseían, facilitado: por los vuelos de altura, por las aportaciones de BARCROFT, fruto de las expediciones por él realizadas a altas montañas en los años 1910, 11, 12 y 1921 y de los seis días que permaneció con tres colegas en la Cámara de Baja Presión, respirando aire con 11 % de contenido en O_2 y, finalmente, el ofrecido por HALDANE, publicado en su libro Respiración, que vió la luz en 1921. (191)

Como expresión clara del pujante desarrollo de la Medicina Aeronáutica alemana, en 1930, bajo la dirección de BAUER, comienza a publicarse el Acta Aerofisiológica, periódico internacional sobre Medicina Aeronáutica. La invesgiación alemana siguiendo la tendencia fisiológica, su línea principal, iniciada en 1920, gira alrededor del vuelo de altura. La expedición al Himalaya, realizada por HARTMANN y un grupo de fisiólogos fue un factor importante en el desarrollo de la Medicina Aeronáutica alemana, pero de orden más teórico que práctico, ya que hasta 1933 en que se creó la Fuerza Aérea con Ministerio propio, la Medicina Aeronáutica no empezó a tener en Alemania un significado real y gracias a su ayuda, en este mismo año, van a alcanzarse los 14.000 metros de altura de vuelo y los 600 kms./hora de velocidad. (192)

En 1931, simultáneamente en Alemania y Holanda, se inicia el estudio de las Aceleraciones Radiales, sometiendo a conejos a la acción de centrífugas, prosiguiendo los estudios en el hombre, del que, por otra parte, ya se venía observando su comportamiento ante los vuelos en pica-do y los virajes cerrados. Los aviones que se dedican al

vuelo experimental son equipados con una diversidad de instrumentos de registro, como tono-oscilógrafos, neumotaquígrafos, electrocardiógrafos y Rayos X. Este mismo año se instala en el Centro de Investigaciones Médico Aeronáuticas, de Berlín, una centrifuga humana.

Asimismo, en el año 1931 aparecen en Francia importantes publicaciones del Laboratorio de Estudios Médico-psicológicos de las Fuerzas Aéreas, que hacen referencia a la adaptación fisiológica del hombre a la altura. Se dan cuenta los médicos aeronáuticos franceses de que el avión exige del hombre de una gran capacidad de adaptación a condiciones anormales y a veces muy desfavorables. Les interesa estudiar cómo reacciona el organismo del hombre en las distintas situaciones aeronáuticas, en qué medida llegaba su organismos a adaptarse y por qué medios o procedimientos se podría favorecer dicha adaptación.

Comienza por el estudio del Efecto fisiológico del frío en las altas cotas, habida cuenta de que ya se conocía que la temperatura desciende $1/2$ grado por cada 100 metros de ascenso, si bien que el descenso puede ser aún mayor si el aire es seco y de hecho también era conocido que la humedad disminuía con la altura. Se pudo apreciar que a 6.000 metros, la temperatura era de unos -24° C. y a 11.000 de unos -56° , además de totalmente seco. Había, por otra parte, que añadir que durante el vuelo, a causa de la velocidad, el frío se hacía aún más intenso. Como conclusión a estas observaciones se impone la necesidad de eficaces medios de protección contra el mismo.

Estudia, asimismo la Protección de los pilotos frente a la disminución de la presión atmosférica y de la consecuente tensión parcial del O_2 .

Se habían hecho patentes para los Médicos Aeronáuticos franceses, en las citadas circunstancias, perturbaciones del aparato urinario en cuanto a mala excreción y

presencia de productos tóxicos, después de permanencia prolongada en altas cotas.

También habían comprobado efectos perniciosos del vuelo de altas cotas sobre el S.N. debidos fundamentalmente a la baja concentración de O_2 en sangre, motivándoles un sueño invencible primero y hasta la pérdida de conocimiento después. Ocasionando trastornos más o menos irreversibles sobre los órganos sensoriales, destacando en principio el sufrimiento del oído. Se dan cuenta de la importancia en aviación de una buena permeabilidad de la trompa de Eustaquio y del laberinto posterior, como órgano de equilibrio.

Llegan a la convicción de que, aparte de la superación de las condiciones físicas y psíquicas exigidas, es obligado ayudarle al piloto a su adaptación y a la superación de las condiciones anormales y cambiantes del vuelo y luchan por protegerle de las posibles influencias morbosas estudiadas y así:

Piensen en la protección contra el frío y en la forma de combatirlo; se presta de su parte atención a las dificultades de permeabilidad de las trompas, al correcto suministro de O_2 ; estudian la posibilidad de implantar el uso de cabinas estancas (peligro de descompresiones bruscas, fundamentalmente en acciones de guerra), de la inyección subcutánea de O_2 (protestada por las molestias que ocasiona) y, finalmente, en perfeccionar los medios de llevar almacenado suficiente cantidad de O_2 que pudiera ser administrado en inhalaciones de forma gradual y segura. Se ocupan, asimismo, del estudio de las medidas de protección de los ojos y del oído: empleo de gafas protectoras -gafas "Merowitz"- y eliminación de ruidos y vibraciones del vuelo, etc. (193)

Coincidentemente, los médicos aeronáuticos americanos estudian los efectos fisiopatológicos de los vuelos

de alta cota y los medios de protección contra los distintos elementos perturbadores. En tal sentido, el Servicio de Aeronáutica del Ministerio de Marina de los EE. UU. realizó un experimento consistente en que durante tres días consecutivos seis pilotos practicaron vuelos en grupo a gran altura, tres provistos de O_2 y tres no. Durante el curso de esta prueba practicaron ejercicios de combate por encima de los 5.000 metros, a fin de constatar si los que contaban con suministro de O_2 eran más eficientes y ejercían mejor dominio del avión.

Las conclusiones a sus experiencias son: que no han necesidad de emplear O_2 cuando se vuela por debajo de 4.500 metros; que cuando se practican vuelos en grupo por encima de 4.500 metros, debe disponerse de O_2 y comenzar la inhalación a partir de los 3.600 metros; que los vuelos en grupo son peligrosos por encima de 5.400 metros cuando no se dispone de O_2 y con mayor razón, cuando se trata de ejercicios acrobáticos o de combate; y, finalmente, que los pilotos que vuelan sin suministro artificial de O_2 , por encima de los 4.500 metros son víctimas de pérdida de memoria, del juicio crítico, del conocimiento de su posición, del control de su musculatura de su visión y audición, corriendo evidente peligro de accidente grave por descontrol de la aeronave.

En 1934 se inaugura en Wright Field (Ohio), bajo la dirección de GROW y ARMSTRONG un Laboratorio Médico Aeronáutico, con lo que la Aeromedicina da un gran paso, precisamente en un momento en que el desarrollo de los turborreactores y consiguiente elevación del techo de los aviones van a exigir mucho de ella.

En los años que preceden a la II Guerra Mundial, se hacen grandes progresos en Fisiología de altura y aceleraciones; se realizan experimentos de presurización de cabinas, de familiarización con los requerimientos de O_2 a alturas superiores a los 10.000 piés, con vistas a mantener la mayor eficiencia y seguridad del piloto.

Se estudian experimentalmente nuevos vestidos, nuevos equipos de seguridad y otros problemas, en altas cotas y a grandes aceleraciones, en cuyo medio se analizó minuciosamente el grado de seguridad en el vuelo y las posibilidades de salirse con éxito del avión.

El notorio avance técnico de la Aeronáutica va exigiendo, cada vez más, de las facultades de los pilotos, lo que obliga a una cada vez más correcta evaluación de las mismas, imponiéndose la necesidad de mejorarlas por un adiestramiento y una preparación adecuados.

Centran la investigación, en este periodo, los norteamericanos en especial en:

A) Estudio de los requerimientos humanos al diseñar el avión, impuesto por las mayores aceleraciones, altitud, frío, calor y limitaciones fisiológicas del hombre.

B) Estudio de los elementos del equipo que pueden aumentar la tolerancia a esas contingencias (trajes de vuelo, empleo de O_2 en el vuelo, trajes anti G, equipos de O_2 , y otros medios de protección).

Se pasó, inmediatamente después, al uso de la presurización de cabinas, diseño de alas de flujo laminar, y desarrollo de los turbo-jet. El diseño de estos aviones de grandes velocidades trajo consigo la reconsideración de las fuerzas de la gravedad y estudio del problema de escape, experimentando con asientos de eyección y empezando a pensar en la necesidad del lanzamiento de cabinas.

El planteamiento del vuelo de alta cota exigió del estudio en conjunta colaboración por parte de ingenieros, médicos, fisiólogos y pilotos. Se pudo comprobar que una altitud de 25.000 piés sobre el mar ha de considerarse

problema aeromédico, y que el cuerpo experimentaría en ella dos efectos:

- a) Efectos mecánicos de aerombolismo y además, de expansión gaseosa.
- b) Efectos de anoxia, hipoxia o carencia de O_2 .

Respecto al aerombolismo pudieron observar que el peligro aumentaba a partir de los 25.000 piés y que los "bends" le incapacitan a dicha altura, después de una hora en porcentajes del 10 % y a una altura de 40.000 piés en sólo 20 minutos al 90 %. Asimismo, que el problema con el ejercicio en la altura, se reduce si previamente se suministra O_2 al 100 %. Alturas de 50.000 piés no se toleran sin grandes problemas a no ser por breves espacios de tiempo, y a los 63.000 piés, hierve la sangre a la temperatura normal del cuerpo, durando la conciencia útil pocos segundos.

Referente a las deficiencias de O_2 , pudieron comprobar cómo a alturas de 18.000 piés se sitúa en incapacidad peligrosa, llegando a la conclusión de que alturas superiores a 25.000 piés el piloto debe respirar O_2 a altas concentraciones y por encima de los 30.000, casi puro. Utilizaron el suministro de O_2 a flujo continuo, primero valiéndose del sistema de pipeta y después, del de máscara, adoptando, ya en 1938, el sistema de máscara BLB de la Clínica de Mayo, que era una bolsa o fuelle que acumulaba el constante paso de O_2 durante la expiración y lo dejaba libre en la inspiración. (194)

En España, en abril de 1932, se crea por la Jefatura de Aviación Militar y la Dirección de Aeronáutica Civil y Naval la Revista Aeronáutica, publicación mensual que ininterrumpidamente se emitirá en ésta su primera época, hasta el núm. 52 (de julio de 1936) en que cesa su publicación por motivos de la Guerra Civil. En

esta fase no existen en ella otras colaboraciones médicas especializadas que un trabajo de PUIG QUERO, aparecido en 1932, dedicado a la "Aviación Sanitaria".

En Dinamarca, si bien la selección médica de pilotos se había ya iniciado con exámenes psicológicos en 1918 y desde 1923 se venía prestando marcado interés al examen médico general de los mismos, es a partir de 1933 cuando la Medicina Aeronáutica toma especial impulso coincidiendo con el destino de médicos a las Fuerzas Aéreas. Estos médicos estaban en posesión del Título de Medicina Aeronáutica, para la obtención del cual tenían que seguir, primero un entrenamiento en la Escuela de Vuelo y a continuación, un Curso especial en el Laboratorio Fisiológico de la Universidad de Copenhague, donde se les enseñaba Fisiología de altas cotas y realizaban trabajos con la Cámara de Baja Presión, dirigidos por el Profesor KROGH. (195)

En Italia, en 1933, se inician en el Centro de Investigaciones de Medicina Aeronáutica de Roma y dirigidos por U. VITALE, una serie de experimentos con animales con objeto de estudiar los efectos de la descompresión rápida (Descompresión Explosiva). Observa VITALE: Aumentos de los volúmenes y presiones intrabdominales e intratorácicas, hipotensión arterial, bradicardia, respiración espasmódica seguida de apnea, hipertensión cefalorraquídea, no raras veces vómitos e incontinencias urinaria y fecal. Cuando el descenso de las cifras de presión alcanzan los 30 m.m. de Hg. observa un notable enfriamiento del animal, debido a la evaporación brusca, llegando en casos extremos a la congelación y anestesia de los tejidos. (196)

Desde 1933 por los estudios de DORNO sobre el efecto de las radiaciones se conoce cómo en la altura tiene lugar un gran aumento de la radiación ultravioleta, tanto de las de onda corta como de las de larga, y que mien-

tras a 500 metros de altura hay una irradiación de 20° de sol a 5.000 metros la radiación llega a 90°. Asimismo DORNO pone de manifiesto que la radiación de sustancias radiactivas está aumentada en cotas de 400 metros, que al llegar a 2.000 ha descendido a niveles inferiores a los del nivel del suelo, desapareciendo a cotas de 5.600 metros como ya antes había sido puesto de manifiesto por KNOCHE y MORIKOFER (1910 y 1932), por lo que tal radiación carece de importancia para los vuelos de alta cota. (197)

PROKOFIEV, BIRNBAUM y GODUNOV realizaron en este mismo año de 1933 investigaciones en la estratosfera para tratar de determinar el origen y naturaleza de los rayos cósmicos. Se valieron de un estratostato, un contador de GEIGER-MULLER, un amplificador y un electrómetro registrador. Registraron los rayos cósmicos a una altura de 18.600 metros. Estos rayos considerados por MILLIKAN semejantes a las radiaciones gamma, ofrecían a veces, al ser fotografiados, trazos que se salían del plano fotográfico más o menos agrupados en forma de haz ligeramente divergente, haces o flujos nominados "chaparrones" por analogía con la imagen que ofrecen los cristales de las ventanas azotados por la lluvia oblicua. (198)

Del 1º al 5 de junio de 1933 tiene lugar en Madrid el II Congreso Internacional de Aviación Sanitaria, al que se presentaron interesantes Comunicaciones sobre seguridad de vuelo, acondicionamiento en cuanto a la suspensión de camillas y amortiguación de trepidaciones, sobre aislamiento de ruidos, sobre estudio de la posible transformación de aviones comerciales en Sanatorios, etc.

FIGUERAS BALLESTER en su Ponencia "Contraindicaciones médico-quirúrgicas del transporte de aviones sanitarios", señala algunas de las contraindicaciones médicas de la evacuación aérea de enfermos y heridos, insistiendo en la necesidad de una selección, por parte del médi-

co aeronáutico de los pacientes que van a ser evacuados, dejando para la evacuación de superficie a aquéllos a los que la evacuación aérea pueda perjudicarles. Significa que aunque aparentemente el transporte sanitario por vía aérea no parece encerrar inconvenientes, esto no es exacto y que a los habituales problemas de traslado se añaden los inherentes a los cambios de presión barométrica.

Refiere sucintamente los trastornos que sufre el hombre sano al elevarse en la atmósfera y fija los "techos" de trabajo, vital e individual, examinando las variaciones de este de un día a otro, ya incluso independientemente de motivos patológicos y muy fundamentalmente por ingerencia de éstos.

Recuerda que las alturas alcanzadas en los vuelos son, dentro de los límites técnicos, independientes de la voluntad del piloto, estando condicionadas por factores topográficos y meteorológicos que, a veces, las molestias aparecen antes de alcanzar la altura "techo" y que éste se hace más bajo por causa de la incidencia de las enfermedades.

Hace una deducción de las distintas contraindicaciones del transporte de enfermos y heridos por vía aérea, distinguiendo por una parte, los casos en que el transporte aéreo supone sólo una molestia y, por otra, los que son susceptibles de una muy posible agravación.

Fija como principales motivos de contraindicación para el transporte: los trastornos circulatorios, las alteraciones del ritmo respiratorio, los trastornos patológicos capaces de exagerar los efectos de la falta de presión, los trastornos de la función renal, la tendencia a las hemorragias, las alteraciones del S.N., etc.

El Comandante Médico, D. MARIANO PUIG QUERO define, en su Ponencia "El Cuerpo Sanidad del Aire", las co-

peciales características que debe reunir el Médico del Aire y la conveniencia de que sea piloto. Define la Aviación Sanitaria y sus funciones específicas, habla de la convertibilidad de los aviones comerciales en Sanitarios, de la dotación de éstos y de los aviones anfibios.

Defiende PUIG QUERO la tesis de la necesidad de crear un organismo que agrupe la Sanidad de la Aviación Militar y la de las Aeronáuticas Naval y Civil. La Aviación Civil tenía entonces en España un Servicio Médico centralizado en la Dirección General de Aeronáutica Civil donde se practicaban las pruebas de aptitud para los pilotos comerciales. La Aeronáutica Naval, tenía centralizados sus servicios Sanitarios en la Base de San Javier y en la Escuela de Barcelona, nutriéndose de personal médico de la Armada. La Aeronáutica militar tenía sus Servicios Sanitarios radicados en el Aeródromo de Cuatro Vientos donde se practicaban las pruebas de aptitud del personal volante perteneciente al Ejército de Tierra.

Termina PUIG QUERO su Ponencia ofreciendo unas directrices para la creación de un Cuerpo de Sanidad del Aire unificado y para el establecimiento de exigencias físicas y técnicas a los médicos de dicho Cuerpo.

El también Comandante Médico ALEJANDRO GOMEZ SPENCER, se ocupa también, en su Comunicación al Congreso, de las funciones y cometidos del Médico de Sanidad del Aire y considera, al igual que PUIG QUERO, la conveniencia de que el médico aeronáutico sea piloto.

El Teniente Coronel HERRERA, Director de la Escuela Superior de Aerotécnica, y GASSET, Médico de Aeronáutica Civil, se ocupan de la seguridad de los aviones sanitarios en lo que respecta a la prevención de accidentes y reducción de la incidencia de circunstancias perjudiciales en el traslado de enfermos y heridos. Dicen que los aviones sanitarios deben ser perfectamente maneja-

bles, de potencia suficiente, estar correctamente amortiguados en cuanto a ruidos y vibraciones y ser suficientemente cómodos. Insisten en la utilidad del autogiro por la ventaja de su sistema de sustentación, independiente de la velocidad y su menor sensibilidad a las aceleraciones y oscilaciones en una atmósfera perturbada.

El Comandante Médico y Piloto PEREZ NUÑEZ y el Capitán GUDIN, Ingeniero Militar, presentaron una Comunicación sobre la dotación y transformación de los aviones comerciales en Sanitarios, estableciendo las conclusiones siguientes: La aviación comercial reúne condiciones de seguridad para ser utilizada en la evacuación de heridos; tanto estos aviones como los específicamente sanitarios, deberían tener una puerta de acceso de 70 cm., como mínimo, para el fácil paso de camillas, debiendo poder recibir en su interior la camilla tipo "standard" con fáciles maniobras de carga y descarga, habiendo los comerciales de permitir la instalación de soportes porta-camillas desmontables, de dimensiones adecuadas para recibir la camilla "standard". Las manillas habrán de poder ir suspendidas y apoyadas sobre amortiguadores y los heridos inmovilizados. El material médico-quirúrgico, el de higiene, aseo y dietético, cubrirán las atenciones más urgentes, incluida la de la administración de O₂. El avión dispondrá de espacio acondicionado para médico o enfermero. Se procurará que el cierre de cabina sea hermético o, al menos, que vaya el avión provisto de caretas anti-gas en suficiente número, para salvar una posible emergencia de aterrizaje en campos gaseados.

El Coronel Médico JUSZCZA y el Capitán LEOSZKO, de Varsovia, hacen un estudio de las funciones del Cuerpo de Sanidad del Aire, concluyendo que debe ocuparse, en primer lugar, de la selección razonada del personal de vuelo, y en segundo lugar, de la conservación y control del mismo. Bosquejan los rasgos psíquicos y profesionales del Médico de Aviación que consideran más idóneos pa-

ra el desarrollo de su misión, insistiendo en que debe tener: un vivo interés por la navegación aérea y conocimiento profundo de la Aeronáutica; que han de recibir entrenamiento profesional médico-aeronáutico en Centros Médicos Aeronáuticos, Unidades aéreas y Aeródromos, siempre bajo la supervisión de Jefes Médicos en posesión de amplia experiencia Médico-Aeronáutica.

BADA, Ingeniero militar francés, hace en su Comunicación un resumen histórico de la Aviación Sanitaria. Opina que es el autogiro el avión que reúne mejores condiciones para la Aviación Sanitaria. Dice que los aviones sanitarios, por lo variadas y frecuentemente desfavorables condiciones atmosféricas en que han de cumplir sus misiones, deberán estar dotados de los mejores medios de estabilización; deberán llevar calefacción, adecuados sistemas de ventilación de la cabina e instrumentos para vuelo sin visibilidad. Señala que las velocidades de despegue y aterrizaje deberán ser lo menores posibles y relativamente pequeñas las de ascenso y crucero, sacrificadas en beneficio de una mayor estabilidad y comodidad. Pide BADA la unificación del material sanitario, el que sea solicitado de los Estados representados en el Congreso compromiso formal de organizar sus respectivas aviaciones Sanitarias en corto plazo, el que se presione a los constructores de aviones en favor de prever la fácil adaptación de los aviones civiles a los fines de la Aviación Sanitaria. Expone, finalmente, la conveniencia de crear una Aviación Sanitaria Internacional.

GARCIA PEREZ Y CALVO GIRALDEZ, Comandantes Médicos de la Armada, presentan una Comunicación, sobre intoxicación de Monóxido de Carbono dentro de la cabina de los aviones (resultante de la incompleta combustión de hidrocarburos de los motores de explosión). Describen el Monóxido de Carbono como gas tóxico que deja sentir su efecto, en principio, sobre el órgano del equilibrio y la motricidad. Propugnan el empleo del indicador de Oxido de Carbono.

Mademoiselle MARVINET propone la presencia de enfermeras, específicamente entrenadas, a bordo de los aviones sanitarios.

GRASS, médico de la Marina francesa, hace referencia al hidroavión, como avión sanitario.

OLIVEIRA ESTEVEZ, representante argentino, hace consideraciones sobre la aptitud profesional y tiempos de reacción psicomotriz.

Como colofón a este Congreso de Aviación Sanitaria se presentaron unos cuantos modelos de avión sanitario en el Aeródromo de Getafe ("Poter 29", de la aviación militar francesa; "Lubliu-R-VII", de la polaca y el "Avro" de la aviación militar española).

PEREZ NUÑEZ y GUDIN hacen una demostración de la rápida transformación de un avión trimotor "Ford", de una línea comercial, en avión sanitario. Finalmente, se hizo una demostración con el autogiro "La Cierva", prueba que dejó bien patentes las magníficas condiciones del mismo para el transporte sanitario. Precisamente al año siguiente el autogiro sería utilizado en los sucesos revolucionarios de Asturias con gran éxito, tanto en la rápida evacuación de heridos, como en el transporte de sueros y otros medicamentos, con la ventaja de una mejor y más rápida asistencia. (199)

En marzo de 1934, por primera vez en la historia de la Aeronáutica mundial, desciende sobre la cubierta de un portaviones, para luego elevarse, el autogiro de La Cierva.

En el mismo año VERNOV se eleva a más de 25.000 metros, con objeto de estudiar los rayos cósmicos. YUKAMA, científico japonés, describe en 1935 un nuevo tipo de partículas atómicas de vida muy breve (del orden de la millonésima de segundo) que, según él, deben con-

siderarse como expresión material de las fuerzas que encierran en sí las distintas partes de que se compone el átomo, aunque no serían vistas al desmenuzarlo. Estas partículas de YUKAMA, llamadas posteriormente "Mesones", es la prueba de que la Física Teórica, ayudada de las Matemáticas, es capaz de descubrir un mundo interior desconocido, en el que existen partículas materiales dotadas de desplazamientos a velocidades muy superiores a la de la luz. (200)

En Italia el piloto RENATO DONATI en este mismo año de 1934, asciende a 14.433 metros en un velivolo "Caproni", hazaña que pudo realizar gracias a los estudios de HERLITZKA y experiencias de respiración de una mezcla de gas ($O_2 + CO_2$ al 7 %) en Cámara de Baja Presión, simulando vuelos a alturas semejantes. DONATI, fiel a las instrucciones de HERLITZKA hizo uso adecuado de la mezcla gaseosa y de las instalaciones, pudiendo culminar el feliz logro sin daño alguno. (201)

Se ensaya en esta fecha, en aviones de caza, el uso de cabinas presurizadas y precisamente con el empleo de los cazas se plantea seriamente el problema de las aceleraciones y de las visiones "roja" y "negra". El origen de estos problemas no radica, según pronto puede apreciarse, exclusivamente en el aumento de velocidad de estos aviones, sino en la mayor rapidez de sus maniobras y diversidad de las mismas. Se ve, en pilotos sometidos a la acción de nuevas fuerzas, centrífuga y centrípeta, tanto más intensas cuanto más rápido es el movimiento o más cerrada es la curva. Así, al salir de un picado o ejecutar un "Looping", el piloto, en virtud de la fuerza centrífuga, es desplazado radialmente y "aplastado" contra su asiento. El aparato circulatorio acusa este mismo fenómeno, yéndose la sangre hacia las extremidades y provocándose una isquemia cerebral y, consecuentemente, anemia de la retina que borra el campo vi-

sual, desvaneciéndose las formas y apagándose los colores (desaparece el ambiente), fenómeno conocido con la denominación de "visión negra", frase impropia, ya que se trata de una verdadera anopsia. Por el contrario, en un "tonneau" en un "looping" invertido, en un vuelo de caída en barrena, la cabeza del piloto orientada a la periferia, el fenómeno es inverso y las fuerzas centrífugas empujan al piloto hacia afuera del asiento y la sangre se desplaza hacia la cabeza, produciéndose congestión cerebral y, consecuentemente de la retina, produciéndose la, llamada "visión roja", en cuya génesis probablemente intervenga la producción de hemorragias capilares en la corteza cerebral y en la retina. Es lógica la inmediata preocupación por estos fenómenos y consecuentemente se estudian las consiguientes medidas profilácticas para evitar o disminuir estos efectos en evitación de posibles accidentes. (202)

Asimismo, en 1934 tiene lugar la primera expedición científica alemana al Nanga Parbat (Himalaya), pico de 8.131 metros de altura, alcanzando los 7.400 metros sin empleo de O_2 . Con motivo de la misma se pudieron conocer importantes observaciones fisiológicas sobre la capacidad de adaptación del hombre a las grandes alturas. (203)

En España, en los números 3, de 1933 y 5, de 1934, de la Revista de Psicología y Patología, aparecen trabajos de AZOY (Barcelona), sobre el estudio psicológico de la profesión del piloto aviador.

En La Argentina, en las Revistas de Sanidad Militar de abril, junio y agosto de 1934, se publican trabajos de D'OLIVEIRA ESTEVE, sobre examen de aptitud del personal Aeronáutico Naval argentino, aptitud profesional, papel del médico en aviación y concepto de tolerancia en el examen de aptitud para los pilotos aviadores. En el mismo año en los Archivos Argentinos de Psicología y Re-

vista Alas, se publican los trabajos de MILANO "Examen Médico y psicofisiológico de los aviadores militares" y "organización moderna de los Gabinetes Psicofisiológicos para el examen del personal navegante del aire". Ya a partir de 1935 se dan en La Argentina Cursos de perfeccionamiento en Medicina Aeronáutica que se desarrollan en dos ciclos de un año de duración cada uno: el primero dedicado a traumatología en el Hospital Militar Central, y el segundo, a Psicología, en el Gabinete de la Dirección General de Aeronáutica.

En este año de 1935 los americanos STEVENS y ANDERSON con el globo "Explorer II", construido con una aleación de magnesio, de peso específico $2/3$ del aluminio, alcanzaron la altura de 22.000 metros (204)

Si bien el austriaco HERMAN V. SCHROTTERR-KRISTELLI había construido ya en 1903 una centrífuga humana, capaz de alcanzar 60 rev./min. y lograr una aceleración de 4 g. la realidad es que su uso ofrecía limitaciones, y es a partir de 1935 cuando los alemanes, hermanos DIRINGHOFEN logran disponer en Berlín de una gran centrífuga humana perfeccionada, con la que pueden hacer un estudio formal de los efectos de las aceleraciones. Con el progreso tecnológico, la centrífuga humana se extenderá en los próximos años a distintos Centros de Investigación de todo el mundo. Ahora bien, el estudio experimental de los efectos fisiopatológicos de las fuerzas de inercia se veía por aquel momento dificultado por problemas técnicos, y si las experiencias directamente realizadas en el avión eran de ejecución delicada y no exentas de peligro, las practicadas en grandes centrífugas ofrecían el inconveniente de que las aceleraciones con ellas conseguidas provocaban efectos diferentes a los que se hacen manifestos en el curso de vuelo; por un lado en virtud de su poco radio de rotación, las fuerzas centrífugas -de la centrífuga humana- serían de valor desigual según se considere el corazón, la cabeza o los miembros inferio-

res de un sujeto acostado en sentido radial; por otra parte, estas centrífugas necesitan, por el hecho de su propia inercia, un tiempo más largo que el avión para alcanzar un cierto valor de *g*, exagerando así los efectos de la fuerza centrífuga.

La cabina donde se sitúa el individuo en la centrífuga, está dispuesta de manera que la cabeza pueda estar dirigida: o bien hacia afuera, en cuyo caso en el giro se conseguirían *g*s negativas, o hacia adentro, con lo que se darían *g*s positivas.

En todo caso estos experimentos encierran el gran mérito de inducir y estimular a nuevos estudios fisiológicos conducentes a esclarecer con la mayor exactitud posible los efectos de las fuerzas centrífugas, según su sentido de aplicación, duración y magnitud. Se estudian las causas de sus trastornos, como la visión negra, ya observados en el vuelo, y las posibles medidas para yugular o contrarrestar sus efectos en evitación de posibles accidentes. (205)

En mayo de este mismo año de 1935 se celebra en Bruselas una Reunión sobre Navegación Aérea en la que se toman acuerdos relacionados con la Aviación Sanitaria, teniendo lugar al mes siguientes y en la misma sede, el III Congreso Internacional de Aviación Sanitaria.

Cuenta ya en este momento la Aviación Sanitaria mundial con un aceptable nivel organizacional:

Francia contaba ya, desde 1934, con una importante consignación del Gobierno que, precisamente en este año, había repartido 16 aviones biplanos mas entre los Aero Clubs, para promocionar y estimular; y más de 150 aviones sanitarios, así como varios "aero-chairs" destinados a distintos puntos de su vasto Imperio Colonial.

Finlandia tiene una aceptable Aviación Sanitaria y una buena organización de búsqueda y salvamento a cuyo efecto su territorio estaba dividido en tres zonas.

En Inglaterra la Aviación Sanitaria, dependiente del Departamento Médico afecto al Ministerio del Aire, cuenta con Cuerpo Médico propio y también de Enfermeras tituladas "El Princess Marys R.A.F. Nursing Service".

Rusia, disponía de 15 aviones ligeros y 3 de mayor potencia, que habían sido adquiridos por suscripción pública a solicitud de la Cruz Roja. Su avión insignia "Defensa Nacional", aunque adquirido para fines civiles, estaba afecto a la Flota Aérea Roja.

Polonia contaba con la decidida entrega de la Aviación Sanitaria Militar.

En Suecia la Aviación Sanitaria estaba bien subvencionada por el Estado y tenía en su haber más de 500 evacuaciones sin accidentes.

En EE.UU. de América ya estaba en uso una numerosa flota de ambulancias aéreas y en construcción un tipo de autogiro de gran potencia para usos sanitarios.

Australia contaba con un eficiente servicio aéro-sanitario, adecuado a la extensión de su territorio.

En Argentina los servicios urgentes propios de la Aviación Sanitaria eran atendidos, si bien un tanto insuficientemente por prestaciones de los Aero-Clubs y por aviones "Junkers", tipo ambulancia, adquiridos en 1934.

En España no existía una Aviación Sanitaria propiamente dicha, pero en honor a la verdad es justicia hacer patente que la Aviación Militar siempre estuvo presente con el mayor celo y total entrega en el desempeño de las misiones sanitarias.

En el transcurso de las Jornadas de Trabajo de este III Congreso Internacional de Aviación Sanitaria, el representante español PUIG QUERO presentó su Ponencia "Transformación de los aviones Comerciales en Aviones Sanitarios", en la que hace resaltar la importancia del Autogiro para los fines de la Aviación Sanitaria, tanto en la metrópoli como en las colonias, si bien más especialmente en éstas por las facilidades de despegue y aterrizaje. Dice que los aviones privados y comerciales deben estar dispuestos para poder ser utilizados cuando no cubran el cometido los exclusivamente sanitarios. Cree PUIG QUERO que los médicos de las Unidades de la Aviación Sanitaria deben estar adiestrados en el pilotaje, y que los pilotos de los aviones comerciales deben tener al menos unos mínimos conocimientos sanitarios. Expone asimismo que en la construcción de los aviones, tanto comerciales como privados, debe preverse su posible utilización como unidad sanitaria por medio de fácil transformación y que las Autoridades Sanitarias deberán tener en todo momento facilidad de informarse de la situación de todos sus aviones para, en caso de necesidad, poder utilizar aquéllos que por su proximidad o condiciones puedan ser los más adecuados para la solución del problema surgido. Apuntó también la conveniencia de que en las proximidades de las zonas pobladas deben existir terrenos aptos para el aterrizaje para, en caso de necesaria utilización por los aviones sanitarios.

Si ya previamente a la celebración de este Congreso de Bruselas se habían progresivamente ido ampliando las posibilidades de transporte de heridos y enfermos, quedaba todavía otras que estudiar para poder sentar las contraindicaciones y recomendaciones de prudencia. Se consideró contraindicado el transporte: de los heridos de torax con gran enfisema subcutáneo y mediastínico; heridos de corazón; de los afectados por pericarditis purulenta grave; de los heridos con gran neumotórax; de los

fracturados de cráneo con complicación meningo-encefálica; de los que no pueden abrir la boca ante el peligro de vómitos y consecuente asfixia; de aquéllos que presentan síntomas de déficit cardíaco; de los enfermos graves de riñón; de los enfermos mentales; de los muy excitables, agitados y epilépticos; de los que sangran o tienen tendencia hemorrágica; de los tuberculosos con peligro de hemoptisis. Asimismo, de los enfermos con hipertensión de líquido céfalorraquídeo, por aumentar ésta con el vuelo, si bien puede evitarse con la administración continua de O_2 (SCHALTENBRAND). Se consideró, asimismo, peligroso el traslado de enfermos o heridos con fuerte shock, por el considerable peligro de agravación.

Ciertas medidas se consideraron útiles para ampliar las posibilidades y evitar en gran parte el peligro y así se acordó:

A los heridos de tórax se les evacuará con suministros de O_2 y bajo la administración de tónicos cardíacos si lo precisan.

A los efectos de tifus, disentería, apendicitis o úlcera gastroduodenal, se les debe poner sonda rectal y faja, apretando el vientre para evitar el peligro de perforación por la hipopresión.

A los heridos abdominales se les evacuará por vía aérea lo antes posible ya que lo que cuenta es el tiempo y no aumenta el peligro de infacción por la distensión de los gases.

Se considera evidente la necesidad de que en muchos casos los heridos y enfermos vayan acompañados de personal médico, incluso de cirujanos que, en caso de necesidad, puedan cohibir una hemorragia, practicar una transfusión, calmar el dolor, tratar un fallo cardiorrespiratorio, etc.

PUIG QUERO presentó un diseño de botiquín de avión,, de poco peso, intercambiable y evidentemente práctico, que ya había sido aceptado en España para llevar abordo de los aviones militares.

Se establecieron también en el Congreso ciertas normas con respecto al piloto de aviones sanitarios que además de ser experimentado, deberá evitar en el vuelo las zonas turbulentas, las variaciones de altura, las aceleraciones, virajes e inclinaciones bruscas. Los aterrizajes y despegues los hará lo más suave posible y, habida cuenta de que los enfermos y heridos tienen generalmente el "techo individual" disminuido, deberán los pilotos de aviación sanitaria volar a alturas moderadas, siempre que sea posible.

Es evidente, por otra parte, el logro del Congreso en cuanto a aumentar la inquietud y preocupación por el perfeccionamiento de los aviones sanitarios; se pensó en combatir el frío, los ruidos, el mejorar la suspensión y hacer más fácil su limpieza. (206)

En la Revista de Aeronáutica, de febrero de 1936 aparece publicado el trabajo de PUIG QUERO "El reposo de los aviadores" contiene esmeradas y ponderadas consideraciones al tema y que constituye un exponente más de su preocupación y dedicación por los problemas aeronáuticos.

En el mismo año de 1936 se publica en Ceuta (España) el libro de BOX (Teniente Médico de Sanidad Militar) Medicina Aeronáutica y Aviación Sanitaria. Consta de dos partes, dedicada la primera a la Medicina Aeronáutica, y la segunda a la Aviación Sanitaria.

La primera parte, en su Capítulo I comienza con una justificación para pasar luego a analizar: Presión atmosférica y organismo; Gases de la atmósfera, temperatura y otros agentes; Techos y reacciones (embriaguez de altura,

mal de aeroplanos, mal de globos, mal de montaña); mal de aviadores, mareo del aire (mareo olfativo, visual, psíquico, vértigo laberíntico, mareo vegetativo) equilibrio de la gente del aire.

Afirma el autor que la noción de actitud nos la facilitan la vista y la sensibilidad profunda y que el reconocimiento de nuestra postura nos es facilitado por la vista y por los dos laberintos (anterior y posterior). Resume la sintomatología del mal laberíntico como definida por:

"Movimientos reflejos; vómitos; nistagmus; hipotonía muscular; vértigo; sordera y zumbidos; desorientación; trastornos de la sensibilidad general".

En el Capítulo II de esta Primera Parte, se refiere a:

Vuelo y cerebro; vuelo entre nubes; vuelo nocturno; hiperaviación y superación; vuelos invertido y acrobático; paracaidismo; óxido de carbono y aviación.

El Capítulo III lo dedica a la selección del personal volante y la educación física.

En la Segunda Parte del libro, dedicada a la Aviación Sanitaria, trata:

La transportabilidad en avión; precio de la evacuación aérea; requisitos del avión sanitario; equipo médico quirúrgico del avión sanitario; aviones sanitarios; autogiro sanitario "La Cierva"; aprovisionamientos; organización de la aviación sanitaria; aviones y paludismo; Cuerpo de Sanidad y legislación sanitaria aérea. Termina con unos datos bibliográficos referentes a Congresos y Revistas de la Especialidad y de Centros de Aeromedicina.

En 1937 se realiza la segunda expedición alemana al Nanga Parvat (Himalaya) en la que siete escaladores fueron

sepultados por un alud en el Campamento núm. 4. Entre ellos estaba el Fisiólogo HANS HERMANN que recogió hasta sus últimos momentos de vida, en su cuaderno de notas, cuaderno que afortunadamente pudo ser recuperado en perfectas condiciones y que encerraba datos fisiopatológicos de indudable valor. (207)

En otra expedición al Himalaya, esta vez inglesa, del mismo año, el Fisiólogo WARREN, recogió importantes datos experimentales que dió a conocer en una Monografía The Unifinished Aventure, en la que entre otras cosas llama la atención sobre la pérdida de interés por la ingestión de alimentos que surge a los 6.200 metros.

Al año siguiente KRUGLY demuestra que los perros sometidos a atmósferas de 6,5 a 7 % de O_2 no presentan contracciones de hambre que aparecen cuando vuelven a respirar O_2 en condiciones fisiológicas. Por otra parte, al practicar fístulas gástricas a dichos perros observa cómo en la atmósfera pobre en O_2 se observa una lentificación de la secreción que va hacia un cese de la actividad secretora y motora del estómago. Los mismos resultados obtiene CRILE estudiando la actividad motora y secretara del estómago en perros sometidos en cámaras hipobáricas que se enrarecen a hipopresiones equivalentes a los 8.000 metros de altura.

En el mismo año de 1938 se realiza la tercera expedición alemana al Nanga Parvat, en la que se puede comprobar la peligrosidad que encierran las ascensiones a cotas de 7.000 metros cuando la ascensión es rápida y sin la debida protección y cómo pueden tolerarse tales alturas cuando se alcanzan de forma paulatina, dando tiempo al organismo a poner en juego los mecanismos fisiológicos de compensación conducentes a la adaptación. Pudo detectarse durante esta ascensión la existencia de poliglobulia de altura, alteraciones de la fórmula hemática, taquicardia, polipnea, etc. (208)

Entretanto, en Milán, en 1937, siendo A. MONACO Director del Servicio Aeronáutico de Italia y coincidiendo con la apertura del Salón Aeronáutico, se desarrolla el II Convenio de Medicina Aeronáutica que va a determinar un auténtico impulso en el estudio de la Medicina Aeronáutica en Italia.

En él presenta GEMELLI una interesante Comunicación referente a sus investigaciones sobre los Efectos de las aceleraciones y asimismo, otra en colaboración con CORNELLI dedicada al "Índice de Schneider en la valoración de la respuesta del organismo humano al vuelo". MARULLI y LOMONACO aportan una Comunicación sobre la Respuesta del organismo humano en la zona crítica de alta cota en régimen respiratorio diverso. MARGARIA trata de la posibilidad del embolismo en el aviador. DONAGGIO, de la "Reacción a la prueba de la fatiga". MALAN, del "Aparato vestibular en el aviador". PERA, de la "Resistencia del organismo humano a las variaciones rápidas de la presión barométrica". CASELLA se refiere a las alteraciones del oído en las variaciones de presión. NOLLA al transporte sanitario, etc.

En el mismo año de 1937 se crean en Italia tres Centros de Estudios de Investigación de Medicina Aeronáutica: uno en el Aeropuerto de Guidonia, bajo la dirección de MARGARIA, con la colaboración de LOMONACO, en el que se estudia fundamentalmente Fisiopatología del hombre de vuelo de alta cota y adiestramiento del piloto para el vuelo de altura. Otro Centro de Investigación Médico-Aeronáutico se crea en Turín, en el seno del Instituto de Fisiología Humana de la Universidad, dirigido por MAZZA, con la colaboración de TALENTI, en el que se estudia el efecto de las aceleraciones. Finalmente, se crea otro en Milán, dirigido por GEMELLI, asentado en la Universidad Católica, en el que se estudia Psicología aplicada a la aviación. La labor de estos Centros se plasma en la Revista de Medicina Aeronáutica, nuevo órgano que inicia su publica-



Fig. 30. Mario Pezzi con la escafandra de vuelo que utilizó el 7 de mayo de 1937 para su record de 15.655 metros de altura. Sin cabina presurizada. Al collar rígido se aseguraba un casco con tubo para la mezcla gaseosa respiratoria (F. tomada de Lomonaco).

ción en 1938 bajo la dirección de MONACO.

Asimismo, en 1937 se pasa en el campo de la Aviación Sanitaria italiana desde los aviones "Caproni", que se venían utilizando desde 1927, a los mejores aparatos existentes, los CA-133, con los que obtiene Italia el primer premio en el Concurso de Transporte aéreo sanitario celebrado en Budapest, coincidiendo con la celebración de la Conferencia Internacional de Técnica Aeronáutica.

En 1938 se funda en Italia el Centro Sanitario Aeronáutico que se compone de un Organismo Central, la Inspección de Sanidad Aeronáutica y de Organos periféricos que serían los Institutos Médico-Legales para la Aeronáutica con sede en Nápoles, Roma, Turín y Ferrara, dedicados a la Selección Psicofísica y Control Médico del personal navegante, prácticas médico-legales y asistencia sanitaria al personal de los Servicios Aeronáuticos.

En la Escuela de Medicina Aeronáutica de Florencia se dan Cursos para Oficiales Médicos, organizados por TALENTI y con la colaboración de CASSELLA, CALAJANNI, LOMONACO, De MEO y otros.

A partir de 1938 se comienzan en Italia importantes

estudios en el campo de la Medicina Aeronáutica, destacando entre ellos: los de GEMELLI, sobre Psicología de Aviación; los de TALENTI, sobre Las variaciones del gas alveolar coincidentes con los cambios de la presión barométrica, mezclas de gases con O_2 , ventilación pulmonar y composición del aire alveolar, respirando mezclas con variable contenido de O_2 y CO_2 ; los de MARGARIA, sobre Acapnia; los de LOMONACO, sobre Influencia del espacio muerto respiratorio en tierra y alta cota; los de BIETTI y LOMONACO, sobre Variaciones de la presión arterial, humeral y retiniana en la anoxia; los de FARAGLIA, sobre Entrenamiento del piloto a las alturas y trabajo muscular; los de BIETTI y SCANO, sobre La circulación retinica y visión negra de los aviadores durante la aceleración cabeza-piés.

Gracias a poder contar con el nuevo tipo de inhalaciones de O_2 ideado por MARGARIA y a los estudios de LOMONACO sobre Fisiología e Higiene de la cabina estanca, PEZZI puede lograr el record de 17.200 metros en 1938.
(209)

A comienzos de 1939 OROSCO, de Buenos Aires, publica "La Biología del hombre de altitud", que contiene las experiencias recogidas por la Comisión científica argentina que en 1937 se había trasladado a la meseta boliviana para hacer estudios de fisiopatología del hombre en la altura; así como, sobre las características peculiares de los indígenas. Como resumen de la información por él conseguida, resalta la enorme diferencia de respuestas fisiopatológicas que se observan al estudiar al individuo a 4.000 metros de cuando se observa a nivel del mar. Cambia el medio ambiente: el clima, la presión atmosférica, la hidrometría, la radiación solar, la composición del aire, la tierra, el agua, la alimentación. Es distinto el biotipo humano y también la fisiología y la patología.

Afirma que el conocimiento de las modificaciones que la altura imprime al funcionalismo orgánico del hombre del llano es de especial interés y permitirá establecer el grado de adaptabilidad del organismo a las nuevas exigencias del cambio de altitud, hecho de gran trascendencia en estrategia militar.

Desde el punto de vista terapéutico considera OROSCO indicado, el clima de altura, para los asma alérgicos, urticarias, diátesis eosinófila, diatesis exudativa, algunas enfermedades de la piel influenciadas favorablemente por los rayos ultravioleta, tuberculosis quirúrgicas, osteoarticulares, peritoneales, intestinales, urogenitales, linfáticas, la misma tuberculosis pulmonar y las anemias por el estímulo regenerativo de la médula.

Hace también mención a las contraindicaciones y entre ellas a la tuberculosis pulmonar activa bilateral, a la tuberculosis laríngea, al enfisema, los reumatismos crónicos, el ateroma generalizado, las cardiopatías, etc.

En este mismo año de 1939 tiene lugar en Montevideo la I Conferencia Panamericana de Aviación Sanitaria, en la que se definió la Aviación Sanitaria, como: "El empleo racional y sistemático de los elementos y actividades aeronáuticos, de manera técnicamente apropiada, organizados en un Servicio de función médica y destinados a prestar auxilios o socorros a las personas". Se propone cambiar el nombre de Aviación Sanitaria por el de Servicio Aéreo de Auxilio Médico, lo que de hecho sería más tarde aceptado. (210)

MEDICINA AERONAUTICA RUSA DE 1930 a 1940

En honor al extraordinario desarrollo e interés de la Medicina Aeronáutica en Rusia durante la etapa 1930-1940, conocida por ellos como "La edad de Oro de la Medicina Aeronáutica soviética" hemos eludido su engarce en la cronología Médico-Aeronáutica Universal y la analizamos aparte, lo que por otro lado nos evitará romper la trama de su descripción, complicada, por la riqueza de datos, materias y centros de estudio. (211)

ESSAYS ON THE HISTORY OF AVIATION MEDICINE

A. A. Surayev

Translation of "Ocherki po istorii aviatsionnoy meditsiny".
U.S.S.R. Academy of Sciences Publishing House, Moscow, 1962.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION

For sale by the Office of Technical Services, Department of Commerce,
Washington, D.C. 20230. Price \$7.25

Los aspectos médicos del vuelo interesan de manera especial en Rusia en la década de 1930 a 1940. Surgen en 1930 los Institutos de Investigación Científica de Medicina Aeronáutica: el de la Academia de Ciencias Soviéticas; el de la Academia de Ciencias de Ucrania; el All-Unión Instituto Experimental de Medicina; la Academia Militar de Kiron y otros que se interesan por los trabajos de Medicina Aeronáutica.

Los Servicios de Medicina e Higiene de Aviación Civil organizan, en 1930, Laboratorios Psicofisiológicos, y se funda en el mismo año, en el propio Instituto de Aviación Civil, el Instituto de Investigaciones Aeronáuticas, y en 1932, de la conjunción de este Instituto con las instalaciones de las Fuerzas Aéreas, nace el Laboratorio Central Psicofisiológico en conexión con una red periférica de Laboratorios psicofisiológicos.

Mas tarde, en 1935, se funda el Instituto de Medicina de Aviación y el Departamento de Medicina Aeronáutica de la Administración de la Fuerza Aérea y se introduce el Oficial Médico de las Fuerzas Aéreas.

En 1937, el Laboratorio Central de Psicofisiología se convierte en Laboratorio Central de Medicina Aeronáutica del Comisariado de la Salud del Pueblo Ruso.

Finalmente, en 1939, se crea el Departamento de Medicina Aeronáutica del Instituto Central de Entrenamiento y su Departamento de Aviación, en el segundo Instituto de Medicina de Moscow.

Los problemas del vuelo, tanto teóricos como prácticos, interesan de un modo especial a los científicos soviéticos y tanto las Fuerzas Aéreas como las Autoridades civiles de aviación, apoyan los estudios de Medicina Aeronáutica, creciendo muy significativamente el número de médicos de vuelo, coincidente con el creciente impulso de la industria aeronáutica nacional.

Para un estudio sistemático de este importante periodo de la Medicina Aeronáutica soviética hemos optado el hacer un análisis por separado de la labor realizada en sus más importantes Centros: Sección de Medicina Aeronáutica del Instituto de Investigaciones Científicas de la Aeronáutica Civil; Sector IV del Ins-

tituto de Investigaciones Científicas de la Salud, Laboratorio Científico Central Psicofisiológico de Aviación Civil; Instituto de Medicina de Aviación, Academia Médico Militar de Kirov y "All Union" Instituto de Medicina Experimental, para terminar con la aportación de los fisiólogos montañeros soviéticos a la Medicina Aeronáutica.

A) SECCION DE MEDICINA AERONAUTICA DEL INSTITUTO
DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS DE AVIACION CIVIL

Bajo la dirección de SERGEEV dedica atención preferente a los problemas fisiológicos del hombre en vuelo: Fisiología e Higiene del vuelo de altura y Fisiología del vuelo instrumental y nocturno y dos años más tarde también a los problemas psicofisiológicos.

Coincidentemente RYNIN, LIKHACHEV, KARASIK y SERGEEV fundan en Leningrado el Departamento de Comunicaciones aéreas y construyen una centrífuga para experimentación animal, haciendo en 1931 una Comunicación sobre el efecto de la aceleración sobre los órganos vivientes, y proyectando la construcción de otra para seres humanos, que debería tener 5 metros de radio y lograr hasta 20 g de aceleración, si bien su proyecto no tuvo realidad.

STRELTSOV, EGOROV y ALEKSANDROW trabajan en Fisiología del vuelo de altas cotas. KHILOV sobre Fisiología del aparato vestibular y LEBEDENSKII y ZIMKIN en Fisiología de la visión nocturna.

STRETSOV, encargado de la investigación científica de la Medicina de Aviación de la URSS, investiga el vuelo de altas cotas, partiendo del estudio de la falta de

Hizo una primera Comunicación en 1933 sobre "Contribución a la adición de CO_2 al aire inspirado a altas alturas", trabajo que realiza en hombres que respiran aire con distintas concentraciones de O_2 y CO_2 (O_2 reducido en el 10-12 % y CO_2 aumentado de 0,03 a 5 %). Decepcionado STRELTSOV del resultado poco concluyente de esta experiencia, sugiere la conveniencia de construir Cámaras de Baja Presión y aconseja entrenamientos en las mismas para el aumento de resistencia a la altura.

En una segunda Comunicación del mismo año se ocupa STRELTSOV de Los gases de la sangre en la altura, en la que estudia la proporción de los gases y sus tensiones durante el ascenso a altas cotas.

EGOROV, en colaboración con ALEKSANDROW, idea la construcción de un instrumento portátil para determinar el "Techo personal" de tolerancia a la falta aguda de O_2 capaz de reemplazar con ventaja a la bolsa plana de O_2 , al aparato de HENDERSON-PIERCE y al de DREYER y produce los prototipos EA-1 y después los EA-2, EA-3 y EA-4.

El EA-1 les permite el estudio experimental de las reacciones cardiovasculares por anoxemia aguda. Durante los años 1932 y 1933 investigan con 220 sujetos clasificados en tres categorías establecidas en función de su resistencia a la anoxia: Buena 30,5 %; media 40,9 % y pobre 28,6 %

En los incluidos en el primer grupo aprecian que el pulso y la presión sanguínea permanecen estables, el sentido de orientación se conserva durante largo tiempo y el consumo de O_2 es económico.

En los incluidos en el tercer grupo observan una violenta reacción de su sistema cardiovascular en relación a la relativamente reducida administración de O_2 y que padecían rápidamente cianosis, pérdida de orienta-

ción, desórdenes neuropsíquicos, espasmos y síncope.

El grupo medio comprendía los individuos de respuesta intermedia entre los dos extremos mencionados.

La tolerancia, por otra parte, no era, según sus resultados mucho mejor por parte de los volantes que de los no volantes.

Con el EA-4 sería posible el estudio del efecto de la anoxia prolongada sobre el sistema cardiovascular, ya que el sujeto podía permanecer en el test de altura a concentraciones deficientes de O_2 durante largos periodos e, incluso, el aparato contaba con dispositivos adicionales capaces de prolongar la observación de la reacción del sistema cardiovascular del sujeto después de cesar las condiciones anóxicas de la prueba.

Un artículo de EGOROV y ALEKSANDROW, sobre técnicas de determinación de la tolerancia del organismo a la reducción parcial de las presiones de O_2 se publica en 1933, y en 1937, aparece la Tesis Doctoral de EGOROV, basada en la patogénesis de los trastornos de la altura con el título Influencia del vuelo de altas cotas sobre el organismo de los aviadores.

KHILOV, en 1930, estudia las funciones del aparato vestibular, su importancia en el vuelo y su influencia por el entrenamiento. Comprueba que el aparato vestibular no es factor decisivo en la determinación de la posición del hombre en el espacio.

En su primera publicación de 1933, El papel y la importancia del aparato vestibular en aviación, KHILOV llega a la conclusión de que éste no completa la función fisiológica del órgano de orientación en presencia de la fuerza centrífuga y que puede, ante tal circunstancia, actuar como desorientador. Analiza también KHILOV los disturbios de la altura y concluye que la excitación de

los otolitos determina el desencadenamiento de una serie de reflejos vegetativos y somáticos.

KHLOV, por sugerencia de GERSHMAN, diseña una especie de columpio para el estudio de animales y hombres. Publica en 1936 sus resultados en la Comunicación "Vestibulometría en la selección de pilotos de aviación", en la que emite su opinión sobre el papel e importancia del aparato vestibular en aviación, sentando sus puntos de vista en las siguientes conclusiones:

"1. En la selección de pilotos se ha de atender más bien a la función de los otolitos que a la de los canales semicirculares".

"2. Durante el vuelo, la función de los otolitos desencadena reacciones vegetativas antes que reflejos somáticos y, consecuentemente, el análisis de estas reacciones neurovegetativas sirve de índice de aptitud o ineptitud del candidato".

"3. Sujetos que desencadenan un 2º o 3º grado de reacciones (palidez, sudor, frío, náuseas, vómitos), determinadas por estímulo otolítico, no deben admitirse en las Escuelas de Vuelo".

"4. Los sujetos con pronunciadas reacciones somáticas, no deben excluirse."

"5. Los que responden con reacciones vegetativas de primer grado o somáticas de cualquiera, es aconsejable sean sometidos a entrenamiento vestibular en columpio de 4 barras".

Estas breves conclusiones parecen querer evidenciar la posibilidad del entrenamiento del aparato vestibular, y son de gran valor como apoyo de la doctrina de la Fisiología del aparato vestibular y de su papel en Aviación.

LEBEDENSKII, bajo los auspicios de ORBELI, estudia el problema de la visión nocturna. Su primera Comunicación a este respecto fue "Contribución al color de la iluminación de la cabina de los pilotos" (1933) en la que muestra que la más conveniente iluminación es la luz

blanca de escasa intensidad, y que si bien las luces de ondas largas eran las mejores para mantener una alta sensibilidad ocular con buena adaptación a la oscuridad por causa de la fatiga ocular, persistencia de la imagen y velocidad en el discernimiento de detalles. Dio LEBEDENSKII su punto de vista en el campo de la iluminación en cuanto a la conveniencia de entrenamiento de la vista con progresivamente mala iluminación. Posteriores experiencias darían la razón a LEBEDENSKII en cuanto al empleo de la luz blanca de escasa intensidad en contraste con la opinión reinante en otros países que mostraban preferencias por el rojo o el azul.

Su segunda Comunicación "Funciones básicas del ojo en condiciones de iluminación pobre" (1933) complementaría a la primera. En ella discute con detalle la doctrina de adaptación a la oscuridad, expone causas y mecanismos de los cambios de adaptación y define las variaciones de ciertos fenómenos visuales, tales como: el poder de resolución del ojo, agudeza visual, persistencia de la imagen, acomodación ocular y otros, bajo condiciones de pobre iluminación.

El progreso de LEBEDENSKII en este campo estaba limitado por la propia índole de sus dos trabajos, pero sus aportaciones fueron de gran importancia.

ZIMKIN estudia el uso de la luz blanca y el modo de aplicarla en busca de una simplificación de los paneles de instrumentos de los aviones. Ya anteriormente ROZENBERG en 1928 y DOBROTVORSKII (1933) habían estudiado la racionalización fisiológica de los instrumentos del avión pero se circunscribieron a la standardización racional de la situación de los instrumentos en el papel. ZIMKIN llega a una serie de valiosas conclusiones sobre condiciones de iluminación de los diales de los instrumentos:

"1. El instrumento en sí debe tener una dimensión

"angular no inferior a 1,5 pulgadas."

"2. Las dimensiones de las divisiones y números de la escala, no serán menores de 0,44 a 0,55 m.m.

"3. Las distancias entre las indicaciones no deben ser menores del doble del espesor de las propias indicaciones".

4. El número de divisiones y figuras debe ser el "menor posible."

"5. No deben existir innecesarias leyendas indicadoras."

"6. Las figuras, divisiones y flechas en el dial deben resplandecer".

Estas conclusiones irían contenidas en el trabajo de ZIMKIN "Evolución psicofisiológica de los diales de los instrumentos del Avión" que fue publicado en 1937.

En dos Symposium Memorias de la Sección de Medicina de Aviación, (1933) se recogen y difunden asimismo otros trabajos desarrollados por dicha Sección del Instituto.

B) SECTOR IV DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS DE LA SALUD.

Sustituye al Laboratorio Central Psicofisiológico de la F.A. en 1929 y adquiere vida a partir del nombramiento como Director de STRELTSOV, alumno de ORBELIS con buena formación Fisiológica, que logra reunir un sólido "staff" científico al poder contar con: APOLLONOV, MIROLYUBOV, VISHNEVSKII, SOBENNIKOV y ANDREEV.

Los cinco primeros años de trabajo pusieron en cla-

ro que la anterior tendencia psicofisiológica no estaba justificada. Era necesario un cambio radical que STRELTOV haría posible. Estudia la función fisiológica desde el ángulo de la Fisiología evolucionaria; investiga los disturbios motivados por la altura en varias funciones fisiológicas dentro de una descripción general coherente y, durante la década 1930-1940, elabora de manera original y consecuente una teoría sobre la influencia de la reducción de la presión atmosférica sobre el organismo humano.

En 1930 fue instalada en Rusia la primera Cámara de Baja presión y en agosto de 1932, precisamente STRELTSOV, se convertiría en el primero que hace un "ascenso" en Cámara de Baja Presión hasta una altura ficticia de 1.300 metros y antes de terminar el año se emplea sistemáticamente la Cámara de Baja Presión como medio de entrenamiento a la tolerancia a las alturas. APOLLONOV experimentaría en la misma Cámara el primer aparato soviético de O_2 y de los trabajos realizados en dicha Cámara APOLLONOV y MIROLYUBOV sacaron el material que les permitiría confeccionar las primeras instrucciones en cuanto a las precauciones médicas requeridas por el vuelo de altura.

El Sector IV prestaría decidida atención a los problemas de: suplencia de O_2 ; vigilancia sanitaria de los vuelos de larga distancia; selección de aviadores; vigilancia del descanso; alimentación racional; uso de estimulantes, etc.

El interés se desplegaría en un principio por dos cuestiones: la primera, la altura individual alcanzada sin administración de O_2 y la segunda, las posibilidades de entrenamiento para una mayor resistencia al vuelo de altura.

En la primera cuestión trabajan EGOROV, PERESKOKOV, RAEVSKII, PIVOVROV, ROMANOVICH, KNOKN, KUNTSEVITSKII y otros que se valen para sus investigaciones del respira-

dor de HENDERSON-PIERCE y obtienen unas conclusiones que , no se pueden aceptar como fiables, ya que no coinciden con los resultados prácticos. Establecen una tolerancia de reducción de presión atmosférica de 253 m.m. de Hg. y de hasta 240-230, e incluso en casos individuales hasta de 126 m.m., lo que no puede admitirse, ya que 140-230 m.m. de Hg. corresponden a alturas de 8.700-9.000 metros, y 126, a 12.850 metros. En la Monografía Altura del techo del aviador, de EGOROV, PERESKOKOV y RAEVSKII, publicada en 1931, están contenidos estos estudios.

APOLLONOV y GAMBURG introducirían una modificación en el respirador de HENDERSON-PIERCE, consistente en un dispositivo de suplencia adicional de O_2 , que permitiría estudiar el fenómeno a alturas elevadas durante relativamente largos periodos de tiempo y establecer el "Techo personal" y el "Techo de trabajo". En 1931 publicarían APOLLONOV y GAMBURG el "Test de respiración para determinar el techo de trabajo del vuelo". La Cámara de Baja presión, en fecha próxima, permitiría mayor perfección en este es udio relegando al olvido los anteriores esfuerzos.

Es mayor la dedicación al estudio de la segunda cuestión: el entrenamiento de los aviadores en Cámara de B.P. con objeto de aumentar su tolerancia a la altura.

STRELTSOV, APOLLONOV y GURVICH inician estos trabajos en 1931 atrayendo a estas técnicas de entrenamiento a pilotos y médicos de vuelo. En una serie de publicaciones llaman la atención sobre la efectividad de los entrenamientos en Cámara de B.P., la necesidad de organizar el entrenamiento de los pilotos a la altura y de instalar Cámaras de Baja Presión en los grandes Aeródromos.

El interés de STRELTSOV por la Fisiología del vuelo de altura se traduce en la publicación de una serie de trabajos aparecidos en Vestnik Vozdushno flota and Voenn Sanitarnoe of papers. El primero aparece en 1933 y hace

referencia al efecto de la reducción de la presión atmosférica sobre el organismo. Le sigue otro aparecido el mismo año "Notas fisiológicas de los vuelos de altas cotas" en el que aduce datos de experiencias en Cámara de Baja Presión a alturas equivalentes a 13.000 metros. Menciona en este trabajo la aparición de sensaciones dolorosas en las articulaciones de las extremidades a partir de alturas superiores a los 10.000 metros y afirma que el uso de O_2 en los entrenamientos en Cámara de Baja Presión es útil y aconsejable a alturas por encima de los 4.000 a 4.500 metros.

En posteriores trabajos STRELTSOV desarrolla y perfecciona su Tesis, destacando entre ellos: "Fuentes y aparatos de O_2 ", (1934); "Vuelos de media y alta cota" (1934); "Logros en la Fisiología del vuelo de alta cota", (1935); "Vuelo de alta cota": Capítulo del libro Medicina Militar, de KROTKOV y GALININ, aparecido en 1936.

APOLLONOV a partir de 1931 toma parte activa en el diseño y mejora de los aparatos de O_2 en Rusia; idea innumerables test en Cámara de Baja Presión y ejecuta importantes investigaciones sobre el aire alveolar a varias alturas.

El primer aparato de O_2 , el KPA-1, es diseñado en 1931, a él le desplaza en seguida el KPA-3 que es a su vez pronto reemplazado por el KPA-3 bis, que permanecería en uso durante ocho años, para ser sustituido durante la Segunda Guerra mundial por los aparatos dotados de regulador de demanda.

El KPA-3 bis permitiría a los aviadores soviéticos volar a alturas de 10.000-11.000 metros y a KOKKINAKI lograr el record de 14.575 metros de altura en 1935.

Contempla APOLLONOV sus investigaciones con el diseño de máscara de gases para los pilotos.

VISHNEVSKII es el creador de la Oftalmología Aero-náutica. En 1931 se dedica al estudio de las normas de visión de los pilotos y a continuación al estudio de la visión nocturna. Publica en 1932 "El Mapa nocturno" y la "Iluminación racional de la cabina de los pilotos en los vuelos nocturnos", y en 1933, "Notas Fisiológicas sobre el vuelo nocturno", pero su verdadera contribución a la Medicina Aeronáutica, sería su trabajo "Disturbios de la función visual en condiciones de anoxia", que recoge sus investigaciones experimentales sobre el efecto de la reducción de presión atmosférica sobre las funciones del 'organo visual, que sería publicado en 1935.

Observa VISHNEVSKII que la curva de adaptación a la oscuridad es más baja a 5.000-6.000 metros que a nivel del suelo. A estas altitudes la iluminación requerida para la percepción es de 13 microlux y a nivel del suelo de 3. Asimismo se apercibe de que a tales altitudes la visión de color varía y en particular el verde y el azul se ven gris, desapareciendo este desorden con la respiración de O_2 .

Estos resultados fueron comunicados en trabajos de VISHNEVSKII y TSIRLIN "Funciones del ojo en el vuelo nocturno de alta cota" (1935), "Luces de señalización en las Fuerzas Aéreas" (1934) y "Efectos de la reducción de la P.B. en la adaptación a la oscuridad, visión de color y electroexcitabilidad ocular" (1935).

KRUGLOIS investiga las variaciones de la actividad motora periódica del intestino bajo condiciones de anoxia estableciendo que decrece en condiciones de hipoxia y que la administración de O_2 la restaura por completo.

SOBENMIKOV investiga los desórdenes del S.N.C. en la altura.

MIROLYUBOV y CHERNOGOROV, en 1934, fueron los primeros rusos que practicaron la E.C.G. de la altura.

MIROLYUBOV, SOBENMIKOV, VISHNEVSKII y KULIKOVSKII,, estudiaron los aspectos clínicos de la altitud.

Tanto al Laboratorio Central Psicofisiológico como al Sector IV interesan los problemas de Selección de aviadores y se ocupan de la discriminación de métodos y de fijar los mínimos requerimientos. Así, a instancias del Laboratorio Central, en 1929, son publicadas las Normas Examen Médico del personal de vuelo, y en 1932, el Sector IV saca a la luz el Manual sobre procederes de examen de pilotos de aviones y alumnos de las Escuelas, que se mantiene en vigor hasta 1939, que sería reemplazado por el Nuevo Manual de los Equipos Médicos para los miembros de las Fuerzas Aéreas.

En la regulación de métodos estandarizados, puramente clínicos, de selección, no se prestó atención a la selección psicológica, psicotécnica o psicofisiológica. La mayor parte de los miembros del Sector, incluido STRELTSOV, consideraban pasados de moda los métodos psicofisiológicos, en realidad psicotécnicos, si bien que tales métodos no serían postergados hasta el año 1936 por una orden del Comité Central.

El Sector IV se ocupa también de otros problemas y así, ANDREEV investiga varios tipos de combustibles de aviones y publica en 1933 "La gasolina con plomo y reglas para su uso" y "Combustibles de aviación y sus especificaciones higiénicas".

Asimismo, se interesa el Sector IV por las implicaciones médicas del paracaidismo, problema que ocupa a ALEKSANDROV, IVANOV, KABANOV y LABEDINSKII.

Surge en Rusia con interés especial la idea de estudiar las condiciones fisiológicas para los vuelos estratosféricos y se emprende simultáneamente en Moscow y Leningrado dicha empresa, trabajando los dos Centros en líneas un tanto diferentes y correspondiendo la inicia-

tiva en la construcción del globo al equipo de Moscow. .

El equipo de Moscow estaba constituido por Fisiólogos, miembros del Sector Iv del Shri, a la cabeza de los cuales estaban STRELTSOV, APOLLONOV y GURVICH.

El equipo de Leningrado procedía de la Sección de Medicina Aeronáutica del Aisr y bajo la dirección de RYNIN que diseña el balón, actúan en él: BRESTKIN, EGOROV, LEBEDENSKII y SERGEEV.

En Moscow es enviado al espacio el balón estratosférico en septiembre de 1933, elevándose a 18.600 metros y Fisiólogos aeronáuticos e ingenieros se ven obligados a trabajar independientemente para asegurar las condiciones fisiológicas de los tripulantes. Los Fisiólogos tenían seis objetivos principales:

1º. El establecer el patrón de aumento de CO_2 en la zona de aire limitado en una góndola herméticamente cerrada, en la que la presión atmosférica es de 500 m.m. de Hg.

2º. Establecer el patrón de caída de O_2 en la góndola.

3º. El estudio de la eliminación del CO_2 de la atmósfera de la góndola.

4º. Seleccionar el método más económico y recomendable de recuperar el O_2 .

5º. El estudio de los métodos de control de humedad.

6º. El estudio de los sistemas de alimentación de la tripulación; designar reacciones de emergencia para terrenos desérticos; reflexionar sobre vestimentas, necesidades de medicamentos y modo de deshacerse de las excretas.

Los dos equipos se ocupan de la solución de los problemas fisiológicos planteados. Se piensa en no cerrar la cabina del balón estratosférico hasta 3.000 o 5.000 metros y se temen las posibles consecuencias. Era la primera vez que la Medicina Aeronáutica se enfrentaba con los vuelos estratosféricos y la primera vez que los científicos soviéticos se disponían a determinar el O_2 consumido y el CO_2 producido en cabina cerrada cuando la presión en la misma se ha reducido a 450-500 m.m.

Los Fisiólogos de Moscow y Leningrado trabajan simultáneamente, pero con absoluta independencia.

a) Equipo de Moscow: Realiza sus primeros experimentos en Cámara de Baja Presión, consistiendo en dos test con sujetos de aproximada constitución, que mantienen en el globo estratosférico, con cabina cerrada y aire enrarecido, a una altura equivalente a los 3.000 metros, manteniendo en estas condiciones a los sujetos de 4 a 6 horas, durante cuyo tiempo aumentaba la concentración del CO_2 producido y disminuían la del O_2 , siendo en estas condiciones el volumen de aire disponible en la cámara de $1 \frac{1}{2} m^3$ por hombre.

Por posteriores series de test se establece que: en 3 horas y $\frac{1}{4}$, la concentración de CO_2 sube en 4 a 6 % y la concentración de O_2 desciende en 16 %

Durante esas 3 horas y $\frac{1}{4}$ dos sujetos test han exhalado 138 litros de CO_2 e inhalado 156 litros de O_2 . El CO_2 producido es 21 litros por hombre y hora, y el O_2 inhalado, 24 litros por hombre y hora a 3.000 metros.

Se les plantea el problema de cómo quitar el CO_2 que va aumentando y cómo dar el O_2 suficiente para mantener una concentración parcial fisiológica. Los cálculos preliminares establecieron que la cifra necesaria de O_2 a administrar era de 70 litros por hora y la de CO_2 a

eliminar de 63 litros por hora.

Con dos botellas -8 litros- conteniendo O_2 comprimido a 150 atmósferas podía ser suficiente para 10 horas de vuelo, pero era necesario prever posibles accidentes: como posibilidad de escape de gases, etc., y se decide que el O_2 en reserva en la góndola debía incrementarse en 5.000 litros (8 botellas de O_2 de 4 litros a 150 atmósferas) que suponían un peso de sobrecarga de 100 kgs., lo que constituía un handicap, y concluyen que convendría que parte del O_2 de reserva fuera líquido y parte comprimido (3 litros de O_2 líquido a temperatura de 250° bajo cero pesan unos 9 Kgs. y equivalen a 3.000 litros de O_2 gaseoso).

Como consecuencia a los anteriores estudios se decide aceptar como bueno 3 litros de O_2 líquido (3.000 litros de gas) y 3 botellas de 4 litros conteniendo O_2 comprimido (1.800 litros), susceptibles de conectar al aparato individual de O_2 KP-1.

El problema de proveer de O_2 suficiente a la góndola se reducía a suministrar un litro de O_2 puro por minuto.

El problema de eliminación del CO_2 acumulado es más complicado. Se hace necesario el empleo de sustancias absorbentes del mismo y se observa que el sedimento de soda es capaz de absorber 150 m^3 de CO_2 por kg., ideandose el uso de ventiladores eléctricos que hacen de extractores y contienen la sustancia absorbente, consideran como consecuencia de sus cálculos que el número correcto de dichos extractores sería el de seis que, en conjunto, asegurarían una corriente de paso de 150 litros por minuto.

Las pruebas de la Cámara de Baja Presión muestran que el nivel de CO_2 debería ser reducido desde un 3,5 %

a 1,6 % en una hora por este sistema, lo que significa que los seis extractores deberían ser suficientes si los ventiladores se encendían 20 minutos de cada hora de vuelo.

Todos estos experimentos deberían ser llevados a la práctica en el balón en la estratosfera conteniendo tres hombres durante 3 $\frac{1}{2}$, 4 $\frac{1}{2}$ y 10 horas.

Los problemas sanitarios no ofrecerían dificultades, el control de humedad en la cabina sí era un problema a resolver, la comida de la tripulación se decide sea una ración diaria de alimento sólido y un litro de líquidos en forma de café, té y agua hervida metidos en termos. La ropa se aconseja sea de lana y se suprime la piel en el vestido. Se recomienda llevar a bordo botellas de goma para la orina, y se diseña un botiquín de urgencia.

El éxito de estos cálculos y soluciones queda probado con la brillante ascensión a 18.600 metros de altura de PROKOFLEV, GODUNOV y BIRNBAUM, el 30 de septiembre de 1933.

Estas conclusiones obtenidas por el equipo de Moscow son motivo de publicaciones de APOLLNOV, GURVICH y STRELTSOV en 1934 y 1935, y de un trabajo de STRELTSOV publicado en las Memorias de las Conferencias del estudio de la Estratosfera del año 1935.

b) Equipo de Leningrado: Comienza sus andaduras en 1933 con una Memoria presentada por el ingeniero CHERTOVSKII que contenía cálculos teóricos del consumo de O_2 y de producción de CO_2 en la góndola, consideraciones teóricas aparentemente basadas en experiencias submarinas.

Se propusieron experiencias en Cámara de Baja Pre-

sión del Departamento de Fisiología de la Academia Kirov que fueron aceptadas por ORBELLI, agragado al mismo.

Se realizaron un total de 34 experiencias entre Cámara de Baja Presión y Globo.

El O_2 aspirado por el hombre, por hora y a presión de 760 m.m. fué de 19,2 a 24,5 litros y el CO_2 producido en las mismas condiciones de tiempo y presión fue de 15,7 a 18,25 litros.

Pudieron apreciar que los índices de tolerancia de altas concentraciones de CO_2 combinadas con deficiencia de O_2 determinarían: pulso frecuente, alteraciones de la presión sanguínea, de la ventilación pulmonar y otras respuestas psicofisiológicas.

Los test revelarían que no aparecen notables alteraciones del organismos hasta que el CO_2 se eleva en la góndola del 2 al 2,5 % y el O_2 baja al 18-17 %. Las concentraciones de 6,5 % de CO_2 y 13,45 % de O_2 las consideran límite de tolerancia, pero que no coincidían con los datos prácticos que admitían el aumento de CO_2 al 2 % y la caída de O_2 hasta el 18 %, a una presión absoluta en la cámara de 500 m.m.

No existiría dificultad para el complemento de O_2 siempre que la góndola cerrara perfectamente a altura de 3.300 a 3.400 metros y mantener una presión del mismo de 100 m.m. Se hace necesario que el O_2 suba no sólo al 20% sino al 30 o 32 % y ser la presión parcial de O_2 de 150 a 160 m.m., a presiones de 500 m.m.

Por supuesto que han de hacerse previsiones de suficiente cantidad de O_2 y no olvidar la reposición de esas reservas.

Prestan especial atención a la reducción de concen-

tracción de CO_2 y se interesan por la determinación de la tolerancia al exceso de CO_2 en condiciones de normal concentración de O_2 .

Determinan que el O_2 consumido por un hombre en una hora es de 19,2 a 24,5 litros (145 y 183 litros en 2 $\frac{1}{2}$ horas 3 hombres) y teóricamente con una corriente de 150 litros de O_2 que se hacen pasar varias veces por la cámara que habitan sería suficiente, pero ocurre que es insuficiente para conseguir el 30-32 %, no por causa de O_2 deficiente, sino por el exceso de CO_2 .

Los cálculos dicen que las demandas de O_2 de 24,5 litros a 760 m.m. se transforman en 37,2 litros a presiones de 500 m.m.

Rechazan el O_2 líquido por el peligro de accidentes y recomiendan botellas conteniendo O_2 comprimido. Deciden que las botellas sean de capacidad reducida (0,7 litros) en razón a que no precisaban reductor, considerando bueno llevar 10 botellas de 0,7 litros con O_2 comprimido a 150 atmósferas, adicionando otra botella de 4 litros. Con esto la reserva sería de 1.650 litros que, a presión de 760 m.m. permitirían un mínimo de 15 horas de vuelo.

El problema de eliminar el CO_2 acumulado en el habitáculo es más complicado y la exhalación "standard" del mismo por hombre y hora -concentración 6,55 %- se establece en 15,7 a 18,25 litros. Esta cifra de 18,25 litros sería la correspondiente a 760 m.m. de presión ya que a 500 m.m la cifra alcanzaría los 27,9 litros, y en la práctica la concentración permisible de CO_2 a 500 m.m. sería del 2 %.

En cuanto a la forma de eliminar el CO_2 rechazan el empleo de líquidos absorbentes por el inconveniente de su uso y no aceptan el proceder de ORBELIS de impregnar el filtro de la cabina con solución de álcalis cáus-

ticos. Estudian al efecto dos posibilidades:

- a) El uso de máscaras de gases.
- b) El uso de extractores que contengan absorbentes de O_2

El uso de máscaras lo consideran impracticable y piensan que los absorbedores de O_2 reducen la capacidad de trabajo, causa sensaciones molestas, dificulta la respiración, etc.

Se deciden, finalmente, por el uso de la ventilación que facilita la absorción del CO_2 y por el problema de espacio, consideran como mejor solución el servir-se de un tubo de 12 ramas que en forma de anillo va por el suelo de la Cabina.

Practicaron un test de verificación de las soluciones estudiadas en cuanto a la extracción del CO_2 y suministro de O_2 . El 5 de junio de 1933 IVANOV y SERGEEV permanecen en la cámara 4 $\frac{1}{2}$ horas, con un suministro de O_2 a la cámara de 50 litros por hora, accionando el ventilador 15 minutos por hora, siendo derivado el aire por medio de 3 extractores, tomando muestras cada $\frac{1}{2}$ hora.

Durante el experimento la concentración de O_2 en la cámara fluctuó entre 16,65 y 22,95 %, y la concentración de CO_2 entre 0,4 y 3,6 %. La reducción de las concentraciones de CO_2 que se consiguieron con uno, dos o tres extractores con 20 minutos de ventilación fueron respectivamente 0,8, 2,1 y 3,1 %. Cuando la ventilación fue de 30 minutos, las reducciones alcanzadas fueron de 2,8 % con 2 extractores y 4 % con tres.

Se hacen entrenamientos en relación con las condiciones de vuelo standard y entrenamientos más severos para condiciones extremas en orden a determinar la tolerancia a posibles contingencias de reducida presión atmosférica.

rica, aumento de la concentración del CO_2 , reducción de la presión de O_2 , altas temperaturas y humedades en la barquilla del globo.

La última prueba del test la hacen en la misma góndola simulando las condiciones de vuelo con tripulación y se introducen en ella seis hombres de ellos mismos permaneciendo dentro durante seis horas (en lugar de las 10 que habían permanecido los tres, o sea, en peores condiciones). La máxima concentración de CO_2 fue en la barquilla de 2,7 % y la mínima de 16,2 %. Toleraron perfectamente el experimento, si bien la lata temperatura y el aumento de humedad les motivaron falta de confort. No hubo problemas cardiorrespiratorios y fueron normales sus estados físico y mental.

Se hicieron experiencias de absorción de humedad con ácido sulfúrico y con cloruro de calcio, desechándose el sulfúrico por medidas de seguridad y no dando los resultados esperados el cloruro de calcio, si bien podía ser utilizado para las primeras horas. Finalmente se deciden por colocar en el extractor metálico 300 gramos de cloruro cálcico y mezcla de sulfato sódico con lo que consiguen la absorción de 30 gramos de agua en 32 minutos de funcionamiento del extractor y un paso a través del mismo de 120-130 litros.

El problema de alimentación lo solucionan con dieta de carne asada, pastas dulces, pan blanco, chocolate y frutas. Para las excretas disponen el uso de recipientes de cierre hermético empleando como desodorante permanganato potásico.

Con la base de estas conclusiones, en enero de 1934, FEDOSEENKO, VASENKO y USYSKIN ascienden en el globo "Osoviakhim" a una altitud de 22.000 metros. De las anotaciones del diario de VASENKO puede deducirse que las condiciones fisiológicas fueron excelentes hasta el momento

del desastre.

Los resultados del equipo de Leningrado fueron recogidos por un informe de BRESTKIN, VOLOKOV, EGOROV, IVANOV, LEBEDENSKII y SERGEEV en 1934 y llevados a la Conferencia de la Unión de Estudios de la Estratosfera (BRESTKIN, 1935).

3. LABORATORIO CIENTIFICO CENTRAL PSICOPISIO- LOGICO DE A. CIVIL.

Cambiaría en 1936 su nombre por el de Laboratorio Central de Medicina de Aviación de A. Civil.

En los tres años de su existencia, desde 1932 en que se fundó, hasta 1935, no realizó trabajo especial alguno, dedicándolos a la pura organización y a ciertos ensayos de trabajo.

Logra el Laboratorio seleccionar un excelente "Staff" científico que empieza a dar resultados con el nombramiento de STRETISOV para su dirección, tomando el Laboratorio tres direcciones: Psicológica, Higiene y Clínica.

La Psicológica, más exactamente Psicotécnica, desarrollada por GELLERSHTEIN y SAMTER y que durante este periodo de aplicación práctica de la Psicología a la selección de personal navegante publicarían cinco trabajos "Psicofisiología y la Escuela de Vuelo" (1932); "Entrenamiento para la aptitud de Vuelo", (1933); "Selección vocacional en las Escuelas de Vuelo, (1933); "Racionalización de la Selección vocacional en las Escuelas de Vuelo" (1934); "Psicofisiología del Paradaidismo" (1936), y otros más de menor interés. Cayó SAMTER en la ingenuidad de una excesiva pasión por la psicología y no encontró su propia vocación M.A. hasta la llegada de STRELTSOV

El Departamento de Higiene estuvo desde el principio en una línea correcta bajo la dirección de SLONEVSKII que reunió una serie de higienistas experimentados: LEVASHEV, MIRONOVA, ZAKHAROVA y LVOV y desarrolló importantes investigaciones.

Se ocupa en primer lugar SLONEVSKII de los trajes de vuelo y publica en 1933 "Requerimientos Higiénicos de los trajes del personal de Aviación", en el que formula una serie de requerimientos especiales y da sus soluciones prácticas. Diseña en colaboración con LABASHEV, en 1935, una máscara contra el frío; se preocupa de mejorar las condiciones higiénicas de las cabinas de los aviones, de los equipos de la cabina, del trabajo del piloto y de la pureza del aire en la cabina, formulando los requerimientos higiénicos básicos para la cabina del piloto.

LAVASHEV publica una serie de interesantes Comunicaciones sobre: "Raciones de emergencia de los aviadores" 1935; "Ventilación de los aviones", 1937; "Higiene de los aviones", 1939; "Calefacción y ventilación de los aviones" 1938.

El problema de racionalización de los trajes de vuelo es resuelto por MIRONOVA y SLONEVSKII y, entre otros trabajos suyos, merece reseñar: "Trajes de los pilotos calentados eléctricamente" (1936); "Evaluación higiénica de los trajes de los pilotos" (1937); "Experimentos de evaluación de las condiciones térmicas de los trajes de los pilotos" (1938); y "Nuevos tipos de materiales para confección de trajes de pilotos" (1939).

SLONEVSKII junto con ZAKHROVA estudian las condiciones específicas de higiene y salud en aviación y publican un trabajo sobre condiciones operacionales de salud e higiene en el control quimioterapéutico de la malaria y otras enfermedades en 1937.

SLONEVSKII con LVOV propusieron la desinfección de los Aeropuertos y la desinsectación en 1939.

DILIGENSKII y FILIPPOVICH publican en 1933 una Comunicación sobre reacciones cardio-vasculares en paracaidistas, y LITINSKII, en 1939, sus últimas investigaciones sobre visión nocturna y sobre la iluminación racional de cabinas.

STRELTSOV se ocupa de estudiar los efectos de la hipoxia sobre la actividad nerviosa superior y expone su opinión de mayor vulnerabilidad de las formaciones de la corteza cerebral filogenéticamente más jóvenes. Fue pionero de la aplicación de las técnicas de investigación bioquímica en Medicina Aeronáutica; introdujo técnicas histológicas y ya en los primeros tiempos se sirvió del cronaxímetro, de los métodos clínicos y psicofisiológicos. Sus sueños sobre el uso del E.C.G. no fueron realizados, pero en su trabajo de los efectos de la hipoxia sobre la corteza cerebral expuso datos indicadores objetivos y fiables de la anoxemia.

Llega STRELTSOV a la conclusión de que la carencia de O_2 se hace sentir primero en las funciones superiores del cerebro y en las funciones analíticas.

Su colaborador SAMTER demostró en sus trabajos de 1938 y 1939, que la memoria se reducía en la altitud deteriorándose considerablemente: a los 5.000 metros el 50 % de los test subjetivos acusaban algún deterioro de la memoria; a los 6.000 metros, el porcentaje se elevaba al 78 % y a los 7.000 metros, el 100 %.

OZORETSKOVSKII y TERESHKOVICH, también miembros del equipo de STRELTSOV, experimentan en 1938, con trece hombres de 5.000 a 6.000 metros y obtienen datos indicativos de la progresiva desintegración de la actividad neuropsíquica con la altura, así como una pronunciada

depresión de las funciones corticales y enlentecimiento consecuente del sistema diencefálico subcortical.

Ulteriormente GELLERSHTEIN, asimismo colaborador de STRELTSOV, obtiene resultados semejantes, observando enlentecimiento de los procesos mentales en la altura, dificultad de entender un test y disminución de concentración, tendencia a decisiones erróneas, evaluación crítica menos aguda, tendencia del individuo a mostrarse impulsivo, pérdida de voluntad, etc.

Según experimentos de PARFENOVA realizados de 1937 a 1939 en gatas nonatas, la célula cortical es la última en sufrir lesión en la altura, interpretando STRELTSOV estos resultados como que el S.N.C. primitivo es extremadamente insensible a la falta de O_2 y formula la hipótesis de que el espasmo debido a la altura es de origen cortical y que corresponde a la corteza cerebral el papel de llave de las reacciones de organismo a la anoxia.

El Laboratorio Científico Central presta especial atención a la investigación de la función receptora. Se estudia el efecto de la falta de O_2 sobre la función analizadora visual, trabajo que comienzan, en 1933 WISHNEVSKII y TSYRLING y cuyos resultados son dados a conocer por LITINSKII y GALLER en los años 1936 y 1938 a la vez que daban noticia de sus propios trabajos en el mismo sentido.

Como resultado de estos estudios estudios llegan los autores a la conclusión de que por encima de 1.500 metros la curva de adaptación a la oscuridad desciende progresivamente, los umbrales de sensibilidad de los foto receptores se elevan, en tanto que la percepción del color va disminuyendo para desaparecer completamente a los 6.000 metros, al mismo tiempo que la acomodación ocular, la convergencia, la percepción ocular de

profundidad y la excitabilidad eléctrica del ojo se encuentra modificada.

STRELTSOV, analizando estos desórdenes de la función visual, llega a la conclusión de que dependen principalmente de la lesión central representativa del analizador visual cortical, y que la función de los conos se deterioraba mucho antes, más completamente, y más persistentemente que la de los bastones. Consideró STRELTSOV la función fotodiscriminatoria del ojo como sensibilidad protopática, y la función discriminatoria del color como epicrítica.

STRELTSOV investiga en 1938 la sensibilidad a la temperatura y al dolor, SAMTER, en 1939, la sensibilidad a las vibraciones, SOLOVEI, en el mismo año, la sensibilidad gustativa y SAMTER y TOLOKONNIKOV, también en 1939, investigan las alteraciones olfatorias.

Como resultado de sus investigaciones STRELTSOV constata que el umbral sensitivo al frío y al calor se eleva con la altura con lo que el hombre va perdiendo en ella la capacidad de distinguir leves variaciones de temperatura, y que coincidentemente se manifiesta una algesia que progresa rápidamente hasta tal extremo que a 5.000-6.000 metros el simple pinchazo de una aguja se hace inaguantable. Los disturbios de la sensibilidad gustativa y vibratoria harían su aparición (SOLOVEI y SAMTER) sólo por encima de los 6.000 metros).

La anoxemia en el sentir de STRELTSOV, determinaría disociación de las sensibilidades protopáticas y epicrítica, desapareciendo gradualmente la epicrítica para dar paso a la protopática sin conexión con ella.

Presta STRELTSOV especial atención al receptor vestibular y es el primero en servirse del cronaxímetro para su investigación. NECHAYEV experimenta en conejos

sometidos a Cámara de Baja Presión, a una altura ficticia de 8.000-10.000 metros, detectando una cronaxia claramente creciente con la altura, así como una caída de la excitabilidad del aparato vestibular. No contento STRELTSOV, decide evaluar la excitabilidad del aparato vestibular en razón al índice de duración de la ilusión de rotación invertida, trabajo que realizado por TOLOKONNIKOV muestra que la duración de esta ilusión es frecuentemente mayor a alturas de 5.000-6.000 metros y que aumenta con la altura. El por qué de estos resultados contradictorios no pudo, por el momento, ser aclarado por el Laboratorio Central.

Se interesa también STRELTSOV por el equilibrio ácido-base en la altura atraído por la discrepancia entre los autores europeos, que piensan que la acidosis crece en la altura, y los americanos que sostienen que es la alcalosis la que desarrolla en la altura.

Las primeras investigaciones de STRELTSOV y TIMOFEEV (1932-1933) constatan que la relación CO_2 /bicarbonatos se distorsiona con la altura. El riñón ha de encargarse de restaurar esta constante y excreta el exceso de bicarbonatos, con lo que disminuye la reserva alcalina de la sangre y la reacción de ésta se hace ácida. Investigando más tarde GARTVAN (1938) los tampones totales de la sangre, valiéndose de un potenciómetro, obtiene resultados inesperados.

STRELTSOV concluye que en condiciones de anoxia la adición de sustancias tampones formadas en la sangre determinaría reacciones que ayudaban a mantener niveles constantes, idea que apoya la hipótesis del factor regulador del equilibrio ácido-base por cambio de iones cloro entre el plasma y los eritrocitos de la sangre, y el cambio de iones cloro entre la sangre y los tejidos, hipótesis que sonaba bien.

La investigación de la concentración de iones Cloro en sangre, en condiciones de reducida presión atmosférica fue realizada por TARASENKO en 1939, que observa que a 5.000 metros la concentración aumentaba y que más allá de los 6.000 metros, en algunos momentos aumentaba y en otros disminuía.

Bajo la dirección de STRELTSOV se estudian los cambios metabólicos en la altura, valiéndose de métodos bioquímicos, particularmente de los carbohidratos. PERFENOVA en breves estancias en alturas de 5.000 a 6.000 metros, en 1938, observa elevación de azúcar en sangre, y que la administración de 2 a 2 $\frac{1}{2}$ gramos por Kilogramo de azúcar, no produce en la altura efectos glucosúricos, siendo retenido por el hígado o reducida por oxidación intensiva. Esto es suficientemente indicativo de la completa utilización de los carbohidratos en anoxia, quedando demostrada prácticamente esta hipótesis por el hecho comprobado de que la administración de azúcar en los vuelos de alta cota previene, en gran parte, la aparición de los síntomas de anoxia.

Como consecuencia de la teoría de DOBROTVORSKII de que los desórdenes subjetivos y objetivos debidos a las aceleraciones dependían de cambios en las condiciones del flujo de la sangre, STRELTSOV deduce que el mecanismo presorreceptivo es de primera importancia.

AGAIN (1938) deduce que es esencial prestar atención al entrenamiento para el desarrollo de mecanismos fisiológicos capaces de contrarrestar el efecto de las aceleraciones. STRELTSOV idea, a este respecto, una serie de ejercicios físicos capaces de producir estimulación de los propios receptores; en primer lugar, de las zonas reflexógenas aórticas y seno-carotídeas, con lo que aumentaría la eficiencia en la regulación del suministro de sangre.

Se sirve STRELTSOV de la Tabla de Balanceo al parecer años antes -1937- de que la utilizaran los ingleses y americanos -1941-, si bien lo cierto es que éstos la introdujeron en el test de selección de aviadores de altas cotas antes de que los rusos STRELTSOV, KUDENKO y CHRIRKIN comunicaran sus experiencias con la misma.

Asimismo, STRELTSOV con la colaboración de BUNKIN idea un sistema de ejercicios gimnásticos en el que la posición del cuerpo del sujeto entrenado podía ser alterada en el espacio varias veces, con lo que el preso-receptor recibiría repetidas estimulaciones, ejercicios éstos en gran parte útiles para el entrenamiento de la práctica del "looping".

Se debe también a STRELTSOV la introducción en Rusia de las prácticas de entrenamiento fisiológico en Cámara de Baja Presión, ensayando distintas técnicas con las que pretendía mejorar la tolerancia a la altura y a las grandes velocidades y aceleraciones. Importante información de éste y otros aspectos se encuentra en su Tesis Doctoral Influencia de la disminución de la presión barométrica y de la aceleración sobre el organismo. (1938) segunda Tesis sobre Medicina Aeronáutica en la URSS, después de la de EGOROV.

Oftalmólogos y Otorrinolaringólogos estudian los efectos de la anoxia en los sentidos de su especialidad, mereciendo destacar unos cuantos trabajos de LITINSKII, publicados de 1934 a 1938, en los que trata problemas de importancia práctica relacionados con el examen de pilotos, la iluminación racional de los campos de aviación y de las cabinas de los aviones, y la visión de profundidad.

En el campo de la investigación clínico-terapéutica DILIGENSKAYA y FILIPPOVICH, en sus dos trabajos de

1933 y 1936, evalúan el estado del aparato cardiovascular en el vuelo y paracaidismo. Sus conclusiones son significativas en el sentido de determinar pocas alteraciones su ejercicio profesional.

Un interés mayor merecen las investigaciones experimentales de DILIGENSKAYA hechas con el capilaroscopio instalado en la Cámara de Baja Presión, en la que por el ascenso ficticio a 4.500-5.000 metros los capilares se retraen hasta el punto de no salir sangre al pinchar con la aguja de Frank. Creen STRELTSOV y DILIGENSKAYA que la constricción de los capilares es debida a un aumento de secreción de la hormona pituitaria.

Tiene asimismo un interés excepcional el trabajo del Laboratorio Psiconeurológico. Se venía defendiendo un cansancio específico del vuelo, pero este pretendido cansancio no es confirmado por los neuropsiquiatras en los pilotos de las Fuerzas Aéreas soviéticas. TERESHOVICH se ocupa en 1935 del examen psiconeurológico de los paracaidistas y en el 1936, de las condiciones de su S.N. Vegetativo. PISAREV, en 1937 examina los pilotos de vuelo de gran "performance" y con más de 1.000 horas de vuelo y comprueba sus buenas condiciones. PISAREV y TERESHKOVICH en el mismo año estudian el papel del factor humano en los desastres de aviación y OZERETSKOVSKII y TERESHKOVICH se ocupan del examen psiconeurológico de aptitud para el vuelo después de un accidente.

Insiste STRELTSOV en la importancia del entrenamiento en aviación y en la conveniencia de la realización de cursos especiales para médicos y como consecuencia el Comisariado toma la decisión de crear un Departamento especial de Medicina de Aeronáutica que bajo la dirección de STRELTSOV se establece en el Instituto Central de Entrenamiento Médico Superior y, asimismo, de la apertura de un segundo Departamento de Medicina de Avia-

ción en el Instituto Médico de Moscow.

Casi todos los trabajos del personal del Laboratorio Central fueron publicados en siete volúmenes que aparecieron durante los años 1936-1939.

4. INSTITUTO DE MEDICINA DE AVIACION.

Las características del vuelo en cuanto a alturas, velocidad y distancias exigen que los Servicios Médicos sean tomados en serio y se siente en la URSS, a partir de 1930, la necesidad de crear un Centro capaz de afrontar esta responsabilidad, con posibilidades de poder ocuparse con éxito de los aspectos médicos de la aviación militar, de la investigación y de la instrucción de los alumnos médicos que han de encargarse, posteriormente, del examen de selección de tripulaciones y de la instrucción de los Oficiales Médicos de los campos de aviación que tienen encomendado el mantenimiento de las tripulaciones aéreas.

Fundado en 1935 para, en 1936, a denominarse Instituto de Medicina de Aviación del Arma Roja de PAVLOV y su Staff científico lo formarían los miembros del Sector IV, excepto STRELTSOV y APPOLLONOV.

En los seis años anteriores a la Guerra fueron publicadas 148 Comunicaciones científicas; editados 4 Manuales de Medicina de Aviación y numerosas Monografías. Destacan los artículos publicados en el libro de Higiene Militar de KROTKOV y GALANIN (1936); el Symposium de Fisiología e Higiene del vuelo de alta cota (1938); el Manual de Principios de Medicina de Aviación (1939); la Monografía sobre Control del ruido en Aviación, de BORSH CHEVS (1939); La Monografía Entrenamiento Vestibular del aviador, de KULIKOVSKII (1939); las Monografías Lo que el Médico de Vuelo debe conocer acerca del vuelo ciego,

de POPOV y Seguridad fisiológica y de la salud en los vuelos Estratosféricos, de SPASSKII, ambas aparecidas en 1940, y, finalmente, dos Manuales: Medicina de Aviación y Breve Curso de Higiene de Aviación, ambos aparecidos ya en 1941.

Lo más importante de esta vigorosa actividad del Instituto es que representa una ruptura total con los patrones de la literatura soviética en Medicina de Aviación. Merced a él, el Médico de Aviación recibe una información correcta sobre los procesos fisiológicos ocurridos durante el vuelo y sobre las manifestaciones patológicas capaces de desencadenarse durante el mismo.

El Instituto investiga: La Fisiología del vuelo de altura; el vuelo a gran velocidad; el vuelo nocturno y el ciego; los problemas de la aviación estratosférica; el examen y selección de pilotos de aviación enfermos; los problemas higiénicos, etc.

Las publicaciones de los primeros años reflejan las tendencias de STRELTSOV, pero a partir de 1939 el Instituto desarrolla una línea independiente.

VISHNEVSKII y TSYRLIN, de 1936 a 1939, insisten en el estudio de los efectos de la anoxia sobre la función visual. Sus nuevas experiencias se refieren al análisis de la fotosensibilidad bajo los efectos de la anoxia, a la sensibilidad al color, reducción de la electrosensibilidad, modificaciones en la extensión en el punto ciego, alteraciones de la presión intraocular, deterioro de la visión de profundidad y estudio de los desórdenes del sistema muscular ocular.

Afirman VISHNEVSKII y TSYRLIN que la fotopercepción y la percepción cromática son afectadas a 1.500 metros, no restableciéndose la sensibilidad al color por inhalación de O_2 en la altura, en tanto que la electrosensibilidad y la adaptación a la oscuridad se recu-

pera plenamente, afectando la anoxia en primer lugar al sistema de conos de la retina. Piensan los autores que el deterioro de la función visual en condiciones de anoxia es debida a la influencia de esa respiración deficiente en O_2 sobre el centro cortical analizador de la representación visual, idea en contraposición con la dominante en otros países de que los desórdenes funcionales de la visión en la altura son debidos a cambios en los procesos fotoquímicos de la retina.

Otros analizadores con representación cortical sufren también deterioros funcionales en condiciones similares.

POPOV y BORDSHCHEVSKII, 1937, determinan cómo la deficiencia de O_2 afecta a las reacciones del sistema vestibular. Experimentan con sujetos balanceándoles primero en una atmósfera normal y después con mezclas gaseosas que contenían de 8 a 12 % de O_2 , comprobando reacciones vestibulares anormales aunque no bien definidas.

POPOV, asimismo en 1937, investiga los efectos de la anoxia sobre el analizador acústico, valiéndose de 39 testigos sometidos a mezclas de gases, con un 10,5 % de O_2 , por espacio de una hora. Obtiene POPOV un deterioro de la función auditiva en diez sujetos y una falta de anormalidad en el resto.

Similares investigaciones del mismo autor practicadas en Cámara de Baja Presión, en 1938, dan resultados no definidos.

Sugiere POPOV una posible representación subcortical de la audición al lado de la cortical. La depresión de la función cortical en condiciones de hipoxia determinaría la del analizador acústico, pero la depresión de la corteza, ocasionaría la desinhibición del subcortex que se hace hiperexcitable compensando la depresión de la re-

presentación cortical. Esta hipótesis sería apoyada por experiencias de KULIKOVSKII en 1939.

PUKHALSKII investiga las variaciones de las respuestas del analizador Olfatorio en condiciones de hipoxia. Experimenta, en 1939, con 25 sujetos en Cámara de Baja Presión a 5.000-6.000 metros, observando deterioro de la olfacción en diez. En una Comunicación a la Conferencia de la Unión del mismo año, resume PUKHALSKII sus investigaciones sobre la influencia de la altitud sobre los órganos O.R.L., concluyendo que el efecto de la hipoxia sobre las funciones acústica y vestibular es despreciable, pues si bien la cronaxia vestibular sube, no se detectan claras diferencias en las reacciones postrotaionales y la olfacción es ligeramente dañada.

Piensa PUKHALSKII que durante el vuelo de alta cota el órgano acústico es mucho más afectado por la alteración de la presión atmosférica que por la falta de O_2 .

SOBENNIKOV investiga, en 1939, el efecto de la hipoxia sobre el S.N.C. Lo hace en cámara de Baja Presión sobre tres clases de sujetos: sanos, sujetos afectados de síndrome asténico y sujetos con desórdenes del S.N. Vegetativo. Sus conclusiones son de que a 4.500 metros los sujetos con S.N. sano no sufren desórdenes psíquicos, ni alteración en las reacciones de su S.N.V. y que tales aparecen cuando la altura alcanza los 5.000 metros. Reacciones en el S.N.C. aparecen a los 4.500 metros en sujetos con síndrome asténico y antes de esta altura en sujetos afectados de desórdenes en el S.N. Vegetativo.

APOLLONOV continúa sus investigaciones del Laboratorio Central Psicofisiológico sobre la acción de la altitud sobre la respiración y sobre suministro de O_2 en reposo y durante el trabajo a distintas alturas, así como sobre las variaciones cuantitativas en la Hemoglobina, equilibrio del ph en orina después de 1 $\frac{1}{2}$ a 3 horas de

vuelo a una altura de 4.800 -5.800 metros y evaluación del incremento de CO_2 al administrar O_2 en la altura (APOLLONOV y MIROLYUBOV, 1937 y 1939).

Asevera APOLLONOV que el O_2 demandado a 1.100 metros no varía ya sea en descanso o durante el trabajo, y que la respiración de O_2 puro capacitada para el trabajo regular intensivo a alturas de hasta 11.000 metros, no existiendo razón para añadir un pequeño porcentaje de CO_2 al O_2 consumido en la altura. Estos trabajos de APOLLONOV así como la continuación de sus experiencias aparecen publicados en el Capítulo de Respiración pulmonar en la altura, del Manual de Principios de Medicina de Aviación de 1939 y de 1941.

Una considerable parte de las investigaciones del Instituto se centran en los problemas de entrenamiento en Cámara de Baja Presión, insistiendo STRELTSOV en lo referente a las posibilidades de mejorar por entrenamiento en Cámara de Baja Presión, la tolerancia a la hipoxia. Entrarían en juego mecanismos compensadores movilizados por sistemáticos cortos ascensos. Las conclusiones mantenidas por los miembros del Instituto son decisivas en cuanto a que el entrenamiento es posible, útil, y aconsejable.

FAINBERG observa que después de doce ascensos a alturas de 5.000-7.000 metros cada uno de una duración de 30 a 120 minutos se produce una aclimatación en la sangre roja que dura de 18 a 25 días a partir del último ascenso. Un año después -en 1938- FAINBERG y BIZYAEV intentan mejorar la aclimatación dando O_2 con mezclas de gases a nivel del suelo, resultándoles efectiva la mezcla que contiene un 11 % de O_2 y consiguiendo la aclimatación al cabo de 12 a 15 días. En el libro de Fisiología e Higiene del Vuelo de alta cota, de 1938, aparece el trabajo de GURVICH y FAINBERG "Mejora de la tolerancia del organismo a los vuelos de alta cota" en el que se de-

tallan estas experiencias.

MIROLYUBOV en su Capítulo "Entrenamiento en Cámara de Baja Presión", de Principios de Medicina de Aviación de 1939 establece las bases de entrenamiento para el vuelo de altas cotas. Consiste su sistema de entrenamiento unificado en la práctica de 5 a 7 ascensiones de 30 a 50 minutos de duración a una altura de 5.000 a 5.500 metros, siendo la velocidad de ascensión de 8-10 m/s, y la de aterrizaje de 10-15 m/s.

Mostró menos interés el Instituto de Medicina de Aviación por el estudio de los problemas de los vuelos de alta velocidad, la dificultad técnica del estudio de la influencia de las aceleraciones sobre el organismo humano fue posiblemente el motivo principal. Los investigadores han de contentarse con respecto a este particular con sus propias observaciones, con los datos obtenidos por interrogatorios a pilotos que actuaban en misiones de vuelo a alta velocidad y con los que pudieron recoger en los exámenes médicos.

Las publicaciones que se hicieron sobre esta cuestión son meras revisiones.

Bajo la dirección de POPOV un equipo experimental estudia las respuestas vestibulares a las distintas formas de aceleración coincidentemente con que el Instituto se ve impulsado a afrontar cada día más seriamente el problema de los efectos de las aceleraciones en virtud de los grandes avances de la ingeniería aeronáutica.

Se estudia el mecanismo generador de las fuerzas de inercia nacidas durante el vuelo acrobático y los informes recogidos como consecuencia de consultas hechas a diseñadores, ingenieros y pilotos, aportan valiosas ideas sobre la influencia de las aceleraciones sobre el organismo.

Es punto de partida, por otra parte, en favor de estas ideas la aportación hecha por DOBROTNORSKII sobre el efecto de los cambios de la hidrostática y hemodinámica que, ineludiblemente se producen en las condiciones de aceleración. Ideas éstas que son reflejadas en trabajos de revisión de GURVICH y MIRLYUBOV de 1936, en varias publicaciones de ROZENBLYUM sobre la influencia de las aceleraciones sobre el sistema cardiovascular aparecidas en Principios de Medicina de Aviación de 1939.

El equipo estaba constituido por BORSHCHEVKII, MIROLYUBOV, ROZENBLYUM, SOBEENIKOV, TUROV y TSYRLIN, y fue creado en 1938. De sus observaciones deducen que una aceleración de 6 g. durante un segundo, no desencadena un efecto desagradable para el piloto; de 7 a 8 g. determinaría en dos de cada cinco aviadores visión negra y la aparición de eritrocitos y cilindros granulosos en la orina. Esta tolerancia pareció ya desde el principio un tanto exagerada y sus conclusiones no pudieron ser plenamente confirmadas en posteriores investigaciones experimentales.

Un segundo equipo formado por POPOV, SAMUKHIN, y BELOSTOTSKII, estudió asimismo las "zonas de tolerancia a la aceleración a alta altitud" y obtienen conclusiones en el sentido de que de 4.500 a 5.000 metros el aviador puede resistir breves aceleraciones de 9,45 g., si bien admiten que algunos aviadores sufren vértigos temporales a 4 g., atribuibles a características individuales. Dice POPOV que el piloto difícilmente sufre aceleraciones superiores a las 4,5 g. y que se presentarían al salir en picado. Piensan que la tolerancia a la aceleración es afectada por la fatiga, la rutina, o el haber dormido deficientemente. Insisten en sus conclusiones en la necesidad de prestar atención en los reconocimientos médicos periódicos a los requerimientos neuropsiquiátricos y particularmente a la condición emotivo-vegetativa del

personal aeronáutico.

Se interesa de modo especial POPOV por el efecto de las aceleraciones sobre el aparato vestibular. Sus resultados los pone de manifiesto en una serie de escritos: "Influencia de las fuerzas de Coriolis, sobre el laberinto humano, sobre la presión sanguínea" (1938) "El efecto de las aceleraciones sobre el aparato vestibular" (1938). "Influencia sobre el organismo humano de la aceleración de Coriolis generada en el laberinto", (1939).

Es el primero POPOV en establecer el umbral de aceleración dentro de las grandes fluctuaciones individuales, estableciendo el siguiente promedio de valuaciones:

Vértigo umbral angular = $1,3^{\circ}/s^2$ durante 20 sg.

Umbral de sensación postrotatoria = $1,14^{\circ}/s^2$ de aceleración positiva durante 8,5 segundos.

Umbral de aceleración en movimiento rectilíneo = $9,8 \text{ cm}/s^2$.

Iniciación a la percepción de la fuerza centrífuga = de 0,05 a 0,02 g.

SCHUBERT había afirmado como consecuencias de sus experiencias que la generación de la aceleración de Coriolis durante la aceleración radial motivaba una caída refleja de la presión sanguínea. Experimentos de POPOV probaron que aceleraciones radiales de 4 g actuando durante 10 segundos, consecuentes con una aceleración de coriolis generada en el laberinto, no causaban disturbios suficientemente importantes como para ser capaces de alterar la eficiencia y la orientación.

Los problemas fisiológicos de alta altitud y ve-

locidad de vuelo ocuparon a muchos miembros del Staff del Instituto que se organizaron en equipos.

Del problema de los vuelos estratosféricos se ocupa el Departamento que dirige SPASSKII, cuyas publicaciones pertenecientes a sus trabajos experimentales aparecen en los Capítulos de protección fisiológica y sanitaria de los aviadores en los vuelos estratosféricos, del libro Principios de Medicina de Aviación y, fundamentalmente, en la Monografía de su Tesis Doctoral "Protección fisiológica y sanitaria de los aviadores en la estratosfera".

Las principales conclusiones de SPASSKII hacen referencia a que la presión parcial de O_2 en el aire inhalado en la estratosfera no debe ser menor de 125 m.m. de Hg. correspondientes a un vuelo de 2.000 metros de altura. Piensa, asimismo, que la eliminación del CO_2 y del vapor de agua del aire de la estratosfera puede ser efectuada por medio del aire de renovación de la ventilación.

Da SPASSKII como cifras standard de transformación de CO_2 por hombre y hora, en la góndola del balón estratosférico, cabina del avión y traje de vuelo, respectivamente, las de 20, 25 y 30 a 50 litros. Establece como temperatura conveniente la comprendida entre $+16$ y $+18^\circ C$. Considera la regulación de la humedad un tanto difícil, establece como ideal una humedad relativa de 40 a 60 % y permisible la de hasta 85 %, y que a una temperatura de $15^\circ C$ la evaporación de agua por piel y pulmones es de unos 50 gr. por hombre y hora. Piensa, finalmente, SPASSKII que la cantidad media de aire renovado en la máquina estratosférica no debe bajar de 50 litros por hombre y minuto.

Por las investigaciones de SPASSKII se llegaría a la convicción de que la salud fisiológica y el confort

están asegurados en los vuelos estratosféricos con las cabinas herméticamente cerradas, aunque en sus publicaciones no indica el tipo de cierre ni el sistema de regeneración del aire.

VISHNEVSKII, BELOSTOTSKII y TSYRLIN estudian la Fisiología de los vuelos nocturnos. En el periodo de 1936-1940 experimentan sobre la función ocular en condiciones de iluminación reducida y publican su primer trabajo "Vuelo Nocturno", en el libro de Higiene Militar, de KROTKON y GALAMIN, 1936. Dice VISHNESVKII que cuando la claridad desciende a 0,2 microstilb sólo el sistema de bastones de la retina funciona; que cuando está entre 0,2 y 230 funcionan conos y bastones, y que cuando sobrepasa los 230 sólo lo harían los conos. La visión se deterioraría en condiciones de reducida iluminación y, en su opinión, sólo los pilotos con agudeza visual normal, percepción normal del color y adaptación normal a la oscuridad, deberían ser seleccionados para vuelos nocturnos. Dice que la iluminación artificial de los cuartos de permanencia de los pilotos que van a volar deberá ser uniforme, sin excesivo contraste, ni excesivo brillo y de preferencia indirecta. Aconseja que, inmediatamente antes de volar, permanezcan los pilotos unos diez a quince minutos privados de iluminación. Asimismo, afirma que, la visión nocturna mejoraría con la inhalación de O_2 a partir de los 1.500 metros de altura y que no debe permitirse el uso de lentes oscuras.

En una publicación de 1937 dice VISHNESVKII que la identificación de detalles depende no tanto del grado de iluminación como del color y que la diferenciación de detalles es menor con luz azul y mayor con la roja.

BELOSTOTSKII construye en 1938 un instrumento es-

pecial para determinar la agudeza visual en condiciones de pobre iluminación. BATENKO determina la extensión del campo visual en condiciones de pobre iluminación encontrándole estrechado; BELOSTOTSKII observa (1939) que cuando la iluminación desciende a 25 microstilbs se produce un deterioro pronunciado de la visión central; que cuando la iluminación es de 25 a 30 la función visual central se mantiene bastante bien a altas cotas, mientras que la sensibilidad a la luz está ligeramente reducida. Al año siguiente VISHNESVKII y KRAVKOV diseñarían un instrumento para estudiar la visión nocturna.

Dedica también el Instituto atención al problema del Vuelo a Ciegas. POPOV que personalmente hizo una serie de vuelos nocturnos, publicó de 1936 a 1940 una serie de artículos y una Monografía sobre lo que el médico de vuelo debe conocer acerca del vuelo a ciegas, exponiendo los principios básicos y dando las instrucciones necesarias para el entrenamiento de pilotos en el vuelo a ciegas.

Estudió POPOV con intensidad la función del aparato vestibular y los efectos reflejos derivados de él los estímulos que actúan sobre el aparato vestibular durante el vuelo a ciegas y el vuelo ordinario, los reflejos vegetativos (palidez, vértigo, náuseas, vómitos y otros síntomas) más frecuentes y pronunciados en el vuelo a ciegas. Observa que la posibilidad de orientarse por sí mismo con la vista son muy reducidas y que la estimulación del analizador visual parece inhibir los reflejos vestibulares, apareciendo las sensaciones más frecuentemente con los ojos cerrados. Pudo comprobar POPOV cómo pilotos de planeadores con los ojos vendados son incapaces de determinar los cambios de posición del avión y concluye señalando la eficacia del vuelo instrumental y el engaño de las propias sensaciones, insistiendo en la conveniencia del entrenamiento para el vuelo a ciegas.

Al Instituto de Medicina de Aviación le interesa en modo especial la Fisiología del aparato vestibular. POPOV, BORSHCHEVSKII y KULIKOVSKII se ocupan durante varios años del entrenamiento del aparato vestibular, destacando entre sus publicaciones la Monografía de KULIKOVSKII publicada en 1939, Entrenamiento vestibular del piloto, en la que hace referencia a la utilidad del columpio de KHILOV, la Silla de BARANY, el "Loping" y otros ejercicios físicos. Piensa KULIKOVSKII que el 40,3 % de los alumnos pilotos requieren entrenamiento del aparato vestibular, llegando a la paradógica y falsa conclusión de que el entrenamiento pasivo es más efectivo que el activo.

El estudio específico del Mareo del vuelo no interesa seriamente a los miembros del Instituto y la descripción que hace del mismo KULIKOVSKII en el libro de Principios de Medicina de Aviación, de 1939 (refiriendo la etiología, patogenia y cuadro clínico) es un tanto superficial.

Ha de resaltarse, por otra parte, el contraste entre el interés mostrado por los O.R.L. del Instituto en introducir el entrenamiento vestibular en la profilaxis del mareo y el poco apoyo ofrecido por otros miembros del mismo a tales opiniones.

El Instituto afrontó con relativamente poca decisión el estudio de los efectos sufridos por el organismo del piloto como consecuencia de su propio trabajo; sólo merece destacar los estudios de MIROLYUBON que publica en Medicina Clínica, referentes a la influencia del trabajo del vuelo en el sistema cardiovascular. Se basa en el estudio de 137 pilotos y 48 autopsias, llegando a la conclusión de que el número de pilotos con sistema cardiovascular sano disminuye progresivamente con el tiempo de permanencia en servicio: 35 % en los cinco años de servicios; 13,1 % en los diez años; 11 % en los trece años,

9,5 % en los dieciseis y 2,2 % en los diecinueve años. En relación con el número de horas de vuelo obtiene resultados semejantes y dice que no encuentra a nadie con sistema cardiovascular sano después de 3.000 horas de vuelo, siendo la más característica y frecuente alteración la hipertrofia cardiaca. Estas ideas fueron duramente rebatidas por otros investigadores de la época que dieron hipótesis totalmente opuestas.

Del efecto de los ruidos de aviación sobre el oído del piloto, se ocupa BORSHCHEVSKII que califica la profesión de vuelo como ruidosa y atribuye las pérdidas auditivas observadas en algunos pilotos al trauma acústico. Observa que repitiendo en sucesivas exploraciones los test de percepción auditiva se aprecia cómo ésta disminución es progresiva, motivo que le lleva a solicitar de las autoridades medidas de protección contra los ruidos. Posteriormente, ya en 1941, precisaría que los ruidos de más de 110 decibelios predispondrían al deterioro de la audición del piloto.

Considera el Instituto trabajo básico el referente a los problemas de Higiene en Aviación, racionalización de equipos y alimentos del piloto, protección de los órganos de visión y audición, profilaxis de las intoxicaciones por gases, etc.

Bajo la dirección de KALMYKOV se realizan varios trabajos sobre equipos de vuelo y son diseñados y probados varios tipos de trajes de vuelo no sólo en el tubo aerodinámico y tanques de presión, temperaturas de -34° C, sino también en condiciones de vuelos prolongados de altas cotas. Algunos de estos trajes como consecuencia de estas pruebas serían puestos en servicio. Asimismo, calzado, guantes, cascos y máscaras son sometidos a estudio y el Instituto se pronuncia sobre su eficacia.

BATENKO estudia lo concerniente a mejorar las gafas, buscando la armadura más conveniente y el medio transparente más idóneo: triplex, plexiglas y securit fueron meticulosamente investigados. También se analizaron las características de los distintos filtros de luz, llegando el Instituto a la conclusión que el mejor era el filtro de cristal negro-amarillo.

Se realizaron también en el Instituto trabajos sobre equipos antirruidos, diseñándose diversos atenuadores de ruidos; el de KALNYKOV, el de AKOPDZHANYAN y los tapones de oído de KLIMOVITSKII, además del casco anti-ruido de PARFENOV. Consecuentemente aparecieron una serie de trabajos sobre ruidos, entre los años 1936 y 1940, destacando una Monografía publicada en 1939 y de la que es autor BORSHCHEVSKII y que se ocupa de los dispositivos antiruido en aviación.

Trabaja también el Instituto sobre comidas y preparación de dietas, tipo para aviadores y KORNEV y TROFIMUK diseñaron un termo eléctrico. KHOLIN fija la ración de reposo -acostado- en 3.434 calorías; 118 grs. de proteínas, 117 de grasas y 480 de carbohidratos. Asimismo asigna a la de entrenamiento 4.146 calorías y fija una ración supletoria de vuelo que cifra en 1.565. Cuando el vuelo se prolonga a seis horas, asciende esta ración supletoria a 3.062 calorías y pasa a denominarla ración de emergencia.

El problema de la selección y examen de los aviadores es objeto de gran parte del trabajo desarrollado por el Instituto. Por las experiencias acumuladas cambian varios aspectos de la selección, tanto en lo referente a métodos como a exigencias, y son definidos con más precisión los desórdenes patológicos. Como consecuencia, además de múltiples publicaciones de los miembros del Instituto, aparece un Anexo sobre selección de candidatos y examen de pilotos en Principios de Medici-

na de Aviación; otro muy amplio sobre exámenes médicos aeronáuticos, en el libro Medicina de Aviación y en 1939 se publica un Manual para el Consejo Médico de la F.A. del Ejército. Este trabajo lo desarrollan principalmente POPOV, MIROLYUBOV, BELOSTOTSKII, SAMUKHIU y SUBBOTNIK, siendo las directrices más importantes de sus ideas la repudia de los métodos de examen psicotécnico y psicofisiológico y el empleo de nuevas técnicas de examen clínico cuidadoso y de evaluación individual de la enfermedad, teniendo siempre en cuenta las recomendaciones del mando.

Los problemas motivados a causa de la caída de presión son también considerados en cuanto a sus efectos en el organismo y BORSHCHEVSKII se ocupa con detalle de estudiar los problemas concernientes al oído medio, reflejando sus trabajos en varias publicaciones aparecidas de los años 1936 a 1939.

Asimismo es estudiado el problema de los accidentes en cuanto al análisis de posibles factores responsables apareciendo en 1939 dos trabajos a este respecto uno de VISHNEVSKII sobre la falta de relación de los accidentes y los defectos visuales, y otro de SOBENNIKOV que refiere la relación de la condición neuropsíquica del piloto con ciertos accidentes.

Los problemas del paracaidismo son objeto de prolongado estudio por GRAIFER, el cual investiga sobre los traumatismos de los paracaidistas desde 1936 a 1939 y plasma sus experiencias en un detallado trabajo que aparece publicado en Medicina de Aviación con el nombre de "Precauciones Médicas del Salto en Paracaídas".

La cultura física no es objeto de trabajo sistemático por parte del Instituto. Las formas de ejercicio físico practicado y que fueron divulgadas por POPOV, KILOV y KULIKOVSKII como entrenamiento del aparato vestibular no están basadas en datos experimentales, sino en

ideas generales de Fisiología del aparato vestibular.

El entrenamiento de los médicos de aviación constituye una preocupación constante y prioritaria para el Instituto, donde bajo la dirección de PLATONOV se hacen reuniones periódicas y Cursos de refresco, en la conciencia de que el médico de aviación debe ser primeramente un clínico, pero además tener un nímimum de cualificación médico aeronáutica. Ha de tener un buen conocimiento de enfermedades y lesiones aeronáuticas y de los métodos de examen y selección de tripulaciones; familiaridad con la Fisiología de altas cotas, con el vuelo nocturno y altas velocidades, con las técnicas de entrenamiento en Cámara de Baja Presión, con la táctica sanitaria general militar y con la táctica de las Fuerzas Aéreas.

5. ACADEMIA MEDICO MILITAR DE KIROV.

La Academia se incorpora tarde a la investigación de los problemas médico-aeronáuticos. Sólo el Departamento de O.R.L. de VOYACHEK se había interesado de 1920 a 1930 por los problemas de la Medicina de Aviación y el primer trabajo publicado por la Academia es el aparecido en 1925 con el título de "Laberinto normal con respecto al vuelo" en el periódico Nashaiskra, del que es autor KHILOV.

El profesor PETROV, del Departamento de Fisiopatología, investiga los efectos de la anoxia sobre el S.N.C., estudios que pretende aplicar a la Fisiopatología aeronáutica. Sus trabajos hacen especial referencia a las diferencias de sensibilidad a la anoxia de las distintas partes del S.N.C.; pero ha de tenerse en cuenta que las reacciones del S.N.C. a la hipoxia anóxica, que es la que tiene interés en Medicina de Aviación, son de di-

ferente grado a las que acompaña a la hipoxia -motivo principal de sus estudios-, o a la isquémica.

De igual modo, los médicos aeronáuticos pudieron servirse de los resultados de las experiencias realizadas en el Departamento de Enfermedades Internas del profesor SAVITSKII, sobre los efectos del O_2 en varias situaciones patológicas.

BRESTKIN, EGOROV y LEMESHKOVA, realizaron en 1935 un interesante trabajo sobre el efecto de la anoxia sobre la actividad de las glándulas gástricas.

OBELI trabaja en el estudio de los efectos de la atmósfera de altura sobre el S.N.C. y ofrece la descripción precisa de un cuadro de respuestas, muy coherente con los principios de la Fisiología evolutiva.

La investigación de los efectos del salto en paracaídas fue afrontada por ALEKSANDROV, IVANOV, KABANOV y LEBEDENSKII que harían importantes Comunicaciones. Asimismo, en 1933, la Academia con el apoyo de OSOVIAKHIM y de su Departamento de Fisiología, presta atención a los problemas de las condiciones fisiológicas de las tripulaciones del balón estratosférico.

Indice de la importancia que la Academia concede a los problemas médico-aeronáuticos, es el que de 60 trabajos presentados en el Congreso de Medicina de Aviación de 1939, 25 pertenecían a miembros de la Academia.

El problema de la anoxia es afrontado por una serie de Departamentos de la Academia, es concebido con amplitud el trabajo experimental en Cámara de Baja Presión y la práctica de los test de inspiración de O_2 empobrecido por mezclas de gases, se dispone del material coleccionado por VLADIMIROV en una serie de expediciones a las altas montañas.

Los problemas en los que trabaja fundamentalmente la Academia son, aparte de la ansiedad, la Fisiología del aparato vestibular, normas para la duración del servicio de vuelo, paracaidismo, Aviación Sanitaria y problemas higiénicos del vuelo.

El problema de la Anoxia es el principal para los distintos Departamentos, estudiándose los problemas urgentes de la hipoxia en los sistemas fisiológicos individuales y en el organismo como conjunto.

ARINKIN, EGOROV y ALEKSANDROV son los más interesados en este problema, y es de EGOROV una de las primeras Comunicaciones sobre este problema leída a la Academia en 1933 con el título de "Especial característica del trabajo de vuelo", la cual contiene un cuadro mental del trabajo de vuelo. En ella asevera EGOROV que en el vuelo de alta cota el piloto no debe respirar O_2 puro, sino una mezcla de O_2 y CO_2 . También dice EGOROV que es esencial el establecimiento de límites de "tolerancia individual" para cada piloto, fijando el record de sanidad personal. Finalmente, mantiene que el entrenamiento a la hipoxia con el "AE-1" es necesario para el personal de las tripulaciones.

Posteriormente -1937- EGOROV dejaría de insistir en la esencialidad de añadir CO_2 , así como en la de establecer el techo individual del piloto, inclinándose más bien por la conveniencia de hacer una graduación en términos de tolerancia de los pilotos a la altitud (en categorías) y, finalmente, muestra su convencimiento en cuanto a la imposibilidad de mejorar la tolerancia a la altura por entrenamiento con el "AE-1".

En otro trabajo de 1934, "Contribución a la patogenésis de la enfermedad de la altura", EGOROV y ALEKSANDROV hacen una revisión del estado del problema de la acidosis y alcalosis en condiciones de hipoxia, empleando

para su investigación el aparato de HENDERSON-PIERCE, valiéndose en sus experiencias de 41 sujetos afectados de distintas enfermedades. Pudieron apreciar en diabéticos que sus condiciones subjetivas y objetivas no sólo no se agravaban, sino que, incluso, mejoraban, cuando se reducía el suministro de O_2 , mejoría que incluye la reducción del contenido amoniacal y elevación del ph de la orina, y la caída del nivel de azúcar en sangre y orina. Los pacientes que sufrían alteraciones de los órganos hematopoyéticos y tendencias patológicas cuantitativas y cualitativas en la composición de la sangre roja mostraron asimismo una alta tolerancia a la hipoxia. Las eritremias, contrariamente a lo esperado no mostraron una mayor tolerancia a la altura. Las personas con enfermedades orgánicas del corazón no mostraron una peor tolerancia a la deficiencia de O_2 que los completamente sanos, y aquéllos que sufrían desórdenes funcionales del sistema cardio-vascular, mostraron enérgicas fluctuaciones de tolerancia a la hipoxia. Encuentran EGOROV y ALEKSANDROV en la altitud más bien alcalosis que acidosis.

En un trabajo posterior EGOROV estudia los detalles de los efectos de los largos vuelos sobre el organismo de los pilotos, volando él mismo como único pasajero y haciendo en él y en piloto distintas determinaciones durante el vuelo, tales como: ventilación pulmonar, observaciones de pulso, temperatura, peso, estado cardio-vascular, sangre y orina. Apreciaron en los primeros días fluctuaciones que remitieron a la normalidad en los días siguientes. Obtuvo EGOROV la conclusión de que el piloto en condiciones de vuelo difícil aumenta en su consumo en 125,1 calorías y 97,47 en condiciones de vuelo normal.

Basado en estos datos EGOROV coloca el trabajo del vuelo en categoría media y concluye que: "El stress neu-

ropsiquico es más importante que la energía gastada."

EGOROV completaría su primitivo trabajo en su Tesis Doctoral: El efecto de la reducción parcial de la presión del O₂ en el organismo humano, tesis que fue defendida en la Academia en 1936 y publicada en una Monografía en 1937 con el título: El efecto del vuelo de alta cota sobre el organismo del piloto. Consta la tesis de EGOROV de siete Capítulos y Conclusiones.

El Capítulo I contiene información general sobre la estructura de la atmósfera.

El Capítulo II, lo titula: "Efecto del clima de altas cotas sobre el organismo" y es una extensa revisión del artículo de LOEWY de 1932 "Fisiología del clima de alta montaña", si bien aporta material original perteneciente a investigaciones suyas hechas con BRESTKIN y LEMESHKOVA y presentadas al Congreso de Fisiología de 1935, y que hacen referencia a la función secretora de las glándulas gástricas en hipoxia. Establece EGOROV como consecuencia de experimentos en perros con estómagos de PAVLOV y HEIDENHAIN, que la secreción gástrica está marcadamente reducida en sus dos fases humoral y refleja, en condiciones de ligera (5.000 metros) y severa (11.000 metros) hipoxia.

El Capítulo III se refiere a la Etiología, Patogenia y Profilaxis de la Enfermedad de la Montaña. Hace especial mención al equilibrio ácido-base, y divide el efecto de la hipoxia en dos estadios: el de la regulación fisiológica (de 3.000 a 8.000 metros, y el de la regulación patológica o asfixia. En su creencia de que el factor etiológico básico en la enfermedad de la altura es la deficiencia de O₂, sugiere reemplazar los términos de enfermedad de las montañas y de la altitud por el de "Enfermedad Anoxémica". En cuanto a la profilaxis de la enfermedad de la altura recomienda EGOROV la

selección detenida de los tripulantes y el entrenamiento a la hipoxia con el aparato "AE-4".

El Capítulo IV se refiere a la aptitud y adaptabilidad del organismo a las altas cotas. En él repite datos obtenidos de 69 pilotos que utilizaron el respirador de HENDERSON- PIERCE, que complementa con otros obtenidos del estudio de 36 pilotos que sufrieron accidentes.

Los Capítulos V y VI tratan de los resultados de la investigación de la energía gastada por el piloto durante el vuelo.

El Capítulo VII, titulado: "Precauciones médicas de los ascensos a la estratosfera, contiene breves datos que garantizan las condiciones fisiológicas de la tripulación del balón estratosférico, junto con resultados del propio autor con el traje de aire renovable de CHERTOVSKII.

Del estudio del efecto de la hipoxia sobre el S.N.C. se ocupan: el Departamento de Enfermedades Nerviosas dirigido por DOINIKOV en el que PANCHENKO es la persona responsable, y el Departamento de Fisiopatología que dirige PETROV.

La idea de ORBELI, expuesta en su trabajo: "El S.N. bajo presión reducida", es de que bajo las condiciones de actividad las partes del S.N.C. filogenéticamente más antiguas son reguladas por la corteza cerebral y excepto cuando la actividad cortical está deprimida la subcortical está relajada.

Aumentando aún más la deficiencia de O_2 ORBELI actúa estimulando el centro vegetativo más alto y, en particular, sobre el centro del sistema simpático, situado en la región hipotalámica, lo que explica las reacciones vegetativas que ocurren en la altura.

Serían, según la concepción de ORBELI, que apoya PANCHENKO, las formaciones del S.N.C. filogenéticamente más jóvenes las principalmente vulnerables.

El Departamento de Fisiopatología abordó el estudio de las reacciones del S.N.C. de modo diferente. PETROV hizo uso de métodos de hipoxia experimental inducida: anemia, asfixia e inspiración de O₂ con mezclas de gases. Los resultados de sus estudios son vertidos en sus publicaciones: "Cambios funcionales en el S.N.C. que acompañan a distintas formas de hipoxemia" e "Hipoxia y su control", que son publicados en 1939 en Klinicheskaya Meditsina.

PETROV llega a la conclusión de que el centro bulbar es más sensible a la hipoxia que el centro respiratorio. Este, dice PETROV, no sólo regularía la respiración sino también, jugaría un papel definitivo en la regulación de la circulación sanguínea. Dice que la excitación del receptor apropiado (zona reflexógena del sistema vascular) sería transferido hacia el centro vasomotor por el centro respiratorio, al que no obstante consideró como una forma peculiar de receptor del centro vasomotor. Otra importante conclusión de PETROV sería la del reconocimiento de la regulación central de la circulación de la sangre.

Por experimentos posteriores comprueba PETROV que después de la extirpación de los nervios presorreceptores (por denervación del seno carótideo y sección del depresor), el organismo aún reacciona a la hipoxia elevando la presión arterial, lo que lleva a la conclusión de reconocer la posibilidad de que la hipoxia afecte directamente al centro bulbar.

Finalmente, por experiencias practicadas con animales testigos, a los que lleva al estado de asfixia y luego reanima, establece asimismo PETROV, que la parte del S.N.C. más sensible a la hipoxia y cuya función primero se restablece después de la asfixia, es el centro bulbar (centros respiratorio, vasomotor y del vago). Algún tiempo después se restauraría la función del me-

sencéfalo y a continuación lo haría la médula, más tarde el diencéfalo y el cerebelo y, finalmente, la corteza cerebral. Esto atestiguaría en favor de que las formaciones filogenéticamente más antiguas del S.N.C. (médula oblongada, médula espinal, mesencéfalo) serían las más resistentes a la hipoxia, y las más sensibles las filogenéticamente más jóvenes.

GOLDSHTEIN trabajando con conejos en Cámara de Baja Presión a alturas ficticias de 6.000 y 8.000 metros durante espacios de dos a setenta y dos horas, prueba lesiones anatomopatológicas irreversibles en distintos órganos, pero respecto al cerebro, dice, que no muestra cambios morfológicos por relativamente largo tiempo de permanencia, a pesar de sus manifestaciones funcionales. Observaría lesiones severas de las células nerviosas del cerebro sólo después de una permanencia del animal en una altura equivalente a 8.000 metros, por un periodo de tiempo de tres días.

La explicación a esta diferencia de opiniones está en la imperfección técnica del microscopio empleado por GOLDSHTEIN, ya que al año siguiente KURKOVSKII puede constatar con mejores condiciones una amplia variedad de cambios morfológicos severos coincidentes con esas manifestaciones funcionales de relativamente pronta aparición.

Prueba también KURKOVSKII que la hipoxia no produce secuelas en la permanencia en la altura (en Cámara de Baja Presión), tanto por respirar O_2 con mezclas de gases deficientes, como por la asfixia, causa de la suspensión de la respiración y de las palpitaciones cardíacas del animal por algún tiempo.

La publicación de EGOROV "Requerimientos a considerar en cuanto a condiciones de los órganos internos en el examen de ingreso y revisión del personal de vuelo",

de 1935, es una de las primeras publicaciones sobre los .
efectos de la hipoxia sobre la circulación, y precisamente de ella las 3/4 partes están dedicadas al sistema cardiovascular.

Se plantea EGOROV en su trabajo dos cuestiones:

¿Puede la hipoxia cardiaca desarrollarse en el piloto como resultado de su trabajo?

¿Hay algo en la profesión por sí mismo que conduzca en el piloto a una próxima esclerosis y prematura deteriorización del sistema cardiovascular?

Respecto a la primera cuestión, llega a la conclusión de que el corazón puede sufrir hipertrofia por factores adversos que se dan en el vuelo y que afectan al trabajo del corazón, pero el riesgo se da sólo en el caso de deficiente observación en el examen de selección, o de que no se observen las debidas medidas profilácticas. Es, por otra parte, posible crear condiciones para evitar la incidencia de la función del piloto en el sistema cardiovascular.

En cuanto a la segunda cuestión, piensa EGOROV, que, desde el punto de vista etiológico, no existe conexión entre la profesión del vuelo y la arterioesclerosis. En todo caso el examen de selección debe poder permitir el excluir a aquellos que tienen predisposición a reacciones patológicas cardiovasculares.

Otro trabajo de EGOROV "Efecto de la reducción de la presión atmosférica en la circulación y morfología de la sangre" (1939), publicado en el libro de Principios de Medicina de Aviación, dice que, en condiciones de hipoxia el pulso se aviva, la presión de la sangre asciende y el colapso de altura surge motivado por parálisis de los centros nerviosos extracardiacos. El contenido de este trabajo es superficial, no da datos E.C.G., no

informa del latido cardiaco, ni del volumen minuto, ni de las particularidades regionales de la circulación sanguínea, tanto arterial como venosa.

Se interesa EGOROV por el estudio del mecanismo del colapso de altura. Ya en su libro El Umbral del piloto, de 1931, distingue tres tipos de colapsos debidos a la falta de O_2 : el debido a la debilidad cardiaca, el motivado por la insuficiencia vascular y el de origen mixto, nacido de la insuficiencia cardiovascular.

En otro libro, Efecto de los vuelos de altas cotas sobre el organismo (1937), EGOROV es más contundente al afirmar que el colapso de altura es producido por el inadecuado aporte de sangre al corazón, pero sin dejar de hacer alusión a la teoría de HENDERSON, en cuanto a la convicción de que la hipocapnia es la razón del colapso.

En algunas publicaciones admite EGOROV el punto de vista de los autores alemanes OPITZ, TILMAN y KOCH, que consideran el colapso de altura como una manifestación de parálisis de los centros nerviosos extracardiacos.

En su trabajo "El efecto de la reducida presión atmosférica sobre la circulación y morfología de la sangre", EGOROV desarrolla el punto de vista de KOCH, pero en su otro trabajo "Entrenamiento general para el vuelo de alta cota", vuelve a su opinión de que el colapso de altura es el resultado de combinar la insuficiencia cardiovascular con un inadecuado aporte de sangre al corazón, pero si bien es verdad que sin atreverse a criticar la teoría de la parálisis de KOCH.

Los datos de los efectos de la deficiencia de O_2 sobre la circulación de la sangre son complementados con las investigaciones morfológicas de GOLDSHTEIN, que describe en animales que han permanecido varias horas a 6.000 metros, el desarrollo de degeneración adiposa y cambios

necróticos después de una permanencia de tres días, ocurriendo los cambios necróticos a las sólo 36 o 48 horas cuando la permanencia es a 8.000 metros.

En 1940 leyó EGOROV una Comunicación a la Sociedad Terapéutica de Leningrado sobre el efecto de la hipoxemia en la circulación sanguínea. En ella explica que la hipertensión de la hipoxemia es debida a la inadecuada oxigenación del centro vasomotor; aduce en la misma ciertos datos sobre el alargamiento del volumen minuto, sobre la elevación de la presión venosa que acompaña a la hipoxemia, y sobre los cambios E.C.G. de la altura (datos debidos a los clínicos ARINKIN y SAVITSKII).

Del equipo de colaboradores de EGOROV destacan: LESNIK, que trabaja en las variaciones de la presión arterial en anoxia; MOLCHANOV, que lo hace en E.C.G. en hipoxia y TSYGANKOV, en E.C.G. en condiciones físicas de fatiga y anoxia.

LESNIK investiga 50 sanos y otros tantos enfermos para concluir que la presión arterial no se altera en anoxia tanto tratándose de sujetos sanos como de pacientes cardiovasculares compensados.

MOLCHANOV dice que, en sujetos sanos la reducida presión parcial del O_2 motiva despreciables cambios E.C.G. pero que esos cambios se acentúan en sujetos enfermos, incluso con menor grado de anoxia.

TSYGANKOV estudia las respuestas E.C.G. de sujetos atletas a alturas ficticias de 5.500 metros en Cámara de Baja Presión, con permanencia de doce horas y observa reducción de voltaje en el complejo inicial ventricular y ensanchamiento de la onda T, alteraciones reversibles.

Los cambios morfológicos de la sangre debidos a la altura, son estudiados por ARINKIN, KOZLOVSKAYA y

KRYUKOVA, y en su primer trabajo, publicado en 1934, refieren que un solo vuelo a una altura de 4.500 a 6.000 metros sin respirar O_2 y permaneciendo a dicha cota más de una hora, no produce cambios importantes en el cuadro de la sangre roja, pero que mas de un ascenso a la misma altura conduce a un cuadro sanguíneo de regeneración expresado por un aumento en el número de eritrocitos y reticulocitos. En cuanto al número de leucocitos, establecen que un solo vuelo de altura produce una neutrofilia relativamente brusca, pero que vuelos múltiples no acarrearán importantes cambios en la serie blanca, excepto un aumento en el número de monocitos.

FARBER en su Tesis Influencia de la hipoxemia en la composición morfológica de la sangre periférica y esternal, (1939) y otras publicaciones, se ocupa de los cambios de morfología de la sangre en hipoxia y del problema del mecanismo de la poliglobulia de altura; hace paralelas investigaciones en la sangre periférica y esternal y compara las alteraciones de la sangre periférica y médula ósea con y sin hipoxia, estableciendo las respuestas eritroblásticas.

Hace estudios de individuos sanos mantenidos en Cámara de Baja Presión a 5.000 metros, durante veinticuatro horas, repitiendo la ascensión en un grupo hasta nueve veces y en todos los demás cinco veces.

Observa en sangre periférica que después de un día el nivel de Hb. sube del 8 al 12 %; el número de eritrocitos aumentó en un mínimo de 520.000 y un máximo de 2.320.000; el índice de coloración cae de 0,1 al 0,2; el número de trombocitos sube de 50.000 a 190.000; el de reticulocitos se cuadriplica (de 0,1 a 0,4 %); el número de leucocitos disminuye de 450 a 1.200; finalmente, observa neutrofilia y tendencia a mononucleosis.

En la médula ósea aprecia un aumento de tres a cua-

tro veces del número de proeritroblastos, acompañado de alguna elevación en el número de eritroblastos y marcado aumento del número de megacarocitos, coincidiendo con una depresión del proceso leucoblástico.

En días sucesivos la sangre periférica muestra aumento aún mayor de la Hb., eritrocitos y reticulocitos, alcanzando el máximo a los seis días para bajar en los siguientes.

En los intervalos entre ascensos, el número de eritrocitos y reticulocitos, así como la cuantía de Hb. cae pero sin llegar a alcanzar el nivel inicial.

Las variaciones de la médula ósea en estas condiciones se corresponden con las de la sangre periférica.

BRESTKIN, EGOROV y LEMESHKOVA estudian los efectos de la anoxia sobre la digestión y metabolismo a partir de 1934, sirviéndose del material de ascenso a altas montañas y de los datos obtenidos en experiencias en Cámara de Baja Presión.

PANIN, del Departamento de Fisiología, facilita interesantes datos del metabolismo nitrogenado en condiciones de O₂ deficiente.

DANILOV aporta trabajos de los efectos de los cambios gaseosos y respiración tisular en condiciones de reducida presión atmosférica en animales.

El efecto de la anoxia sobre el riñón es muy bien estudiado por KUZNETSOV. Investiga con seis perros con los uréteres aislados por disección, a los que mantiene a 8.000 metros en Cámara de Baja Presión, y de los que toma muestras de orina de cada riñón a determinados intervalos -antes, durante y después del ascenso-, a la vez que muestras de sangre.

Analiza creatinina en muestras simultáneas de orina y sangre, lo que le permite establecer un cálculo de la filtración y de la reabsorción, valiéndose de las fórmulas de Rehberg.

Llega KUZNNETSOV a la conclusión de que la diuresis se reduce bruscamente en la altura y que la reabsorción no guarda relación con la caída de la filtración glomerular. En su opinión, la razón de la oliguria en la altitud es porque los vasos glomerulares se contraen por la falta de O_2 , y que la filtración y diuresis se reduciría correspondientemente.

Las experiencias de seccionar el nervio esplacnico no condujeron a modificaciones sustanciales de la diuresis, lo que lleva a KUZNNETSOV a la conclusión de que el efecto en cuestión, es sólo de naturaleza humoral.

Piensa KUZNNETSOV que, si bien los vasos glomerulares son evidentemente responsables de la oliguria, otros factores humorales juegan un papel importante en la regulación de la función renal, tales como la hormona pituitaria posterior y la adrenalina y, afirma que, tanto la vasopresina como la adrenalina cuando el O_2 es deficiente, actúan determinando vasoconstricción de los capilares glomerulares, produciendo oliguria severa.

Otro aspecto estudiado por KUZNNETSOV es el crecimiento de la relación reabsorción-filtración y, en cuanto a esta cuestión, dice: que el aumento relativo de reabsorción está directamente relacionado con el grado de anoxia, y que en condiciones de hipoxia sólo la reabsorción cloacal de agua crece, disminuyendo la reabsorción de cloruros.

Estos datos fisiológicos son complementados por las investigaciones morfológicas de GOLDSHTEIN que, jun-

to a la polihemia renal aprecia acumulación de glóbulos grasos en las asas de Henle de conejos que se habían mantenido de 2 a 24 horas a 6.000 metros y durante más corto espacio de tiempo a 8.000 metros.

El efecto de la anoxia sobre el analizador visual es investigado por DAVYDO, de la Clínica de SAVITSKII, que utiliza el "AE-4" y estudia en condiciones de anoxia la fotosensibilidad de nueve sujetos sanos y ocho pacientes que sufren de varias enfermedades cardio-vasculares.

Encuentra DAVYDO la fotosensibilidad más baja y de más pronta aparición en pacientes cardio-vasculares compensados que en sujetos sanos, si bien más reducida en ambos. Aparecería en los pacientes cardio-vasculares ya reducida de los 1.000 a los 1.500 metros, no apareciendo en los sanos hasta los 3.500 a 4.200 metros.

A la vista de estos resultados se pensó, incluso, en que podía ser utilizada la exploración de la fotosensibilidad en condiciones de anoxia como test de insuficiencia cardio-vascular latente.

Se piensa en la utilidad de los test de anoxia para los exámenes de selección y periódicos de las tripulaciones aéreas, e insiste EGOROV en que un test basado en el rápido descenso de la oxigenación revelaría la adaptabilidad del sistema cardio-vascular y podía servir de método diagnóstico complementario.

En numerosos trabajos EGOROV y ALEKSANDROV tratan el problema del entrenamiento y adaptación a la reducida presión parcial del O_2 . EGOROV en un primer escrito, en 1934, clasifica el personal de tripulaciones, según la tolerancia individual al O_2 deficiente, basándose en el "AE" test y EGOROV detalla instrucciones del uso de este aparato, llegando a decir en una publicación suya de 1936, que el uso del "AE" test puede adaptar al pilo-

to a vuelos de alta cota.

Basan EGOROV y ALEKSANDROV estas aseveraciones en el hecho de que 69 pilotos entrenados con el "AE" test hicieron de uno en uno vuelos de varias horas a 5.000 metros sin problemas. Pronto pudieron comprobar una falta de paralelismo entre sus conclusiones y las obtenidas en entrenamientos en Cámara de Baja Presión.

En 1940 desisten EGOROV y ALEKSANDROV de los aparatos "AE-1, 2 y 3" y proponen el empleo de los AE-4 y AE-5. Pronto pondrán en duda su uso en cuanto a que mejoran la tolerancia a la anoxia, si bien se reafirman en cuanto a su utilidad para detectar desórdenes funcionales del S. cardio-vascular y del S.N.C.

En experiencias realizadas por los mismos autores en 1939 valiéndose de deportistas, pilotos y soldados, en los que estudian la máxima anoxia tolerada en Cámara de Baja Presión, llegan a la conclusión de que el entrenamiento físico general es más positivo que el específico a la hipoxia. A pesar de esto EGOROV y ALEKSANDROV siguen insistiendo en el interés del entrenamiento a la hipoxemia con los aparatos AE, si bien que adicionando un entrenamiento físico general.

En cuanto a la explicación de los mecanismos fisiológicos de la adaptación, EGOROV no pudo dar una explicación convincente; sus puntos de vista difieren muy poco de los expuestos por BARCROFT.

En una publicación posterior, "Efecto de la hipoxemia sobre la circulación sanguínea y hematopoyesis" (EGOROV, 1941) distingue tres grados o estadios básicos en el proceso de aclimatación:

En el primero, la adaptabilidad tendría lugar a través de la intensificación de la función circulatoria de la sangre.

En el segundo, a través de la intensificación de la hematopoyesis.

En el tercero, a través de modificaciones del metabolismo intermediario.

Elimina aquí, EGOROV, el papel de la hiperventilación, que es para BARCROFT, el primer grado de aclimatación.

KUDRIN, en su Tesis sobre adaptabilidad del organismo a la atmósfera enrarecida (1940) estudia el mecanismo de adaptación del organismo humano a la altura a través de ascensiones sistemáticas, pero breves, en Cámara de Baja Presión (a 5.000-6.000 metros durante una hora).

Dice que los mecanismo compensadores traducen: la adaptación del sistema cardio-vascular, el aumento de la superficie respiratoria de la sangre debido a la intensificación de la eritropoyesis, modificaciones de la reacción de la orina en dirección a la alcalosis y reducción del amoniaco y ácidos libres e incremento del ph urinario, elevación del rendimiento, mayor estabilidad neuropsíquica y sensación de bienestar.

Basado en estos resultados concluye KUDRIN que el entrenamiento por ascensos sistemáticos en Cámara de Baja Presión puede ser efectivo, si bien presumen que la aclimatación tiene éxito sólo después de diez ascensos.

Por otra parte VLADIMIROV y SIROTININ defienden la efectividad de los ascensos a altas montañas como método para mejorar la tolerancia a la altura.

El estudio de la Fisiología del aparato vestibular y la determinación de las normas de su adecuación para el vuelo, es el segundo mayor problema que ocupa al Departamento del Profesor VOYACHEV durante varios

años, motivo de cuyos estudios son una serie de trabajos, que se publican de 1925 a 1940. Se estudian los procedimientos de examen, el entrenamiento del aparato vestibular en vuelos, los efectos de la presión sobre el oído, los efectos de las aceleraciones lineales y radiales sobre el aparato vestibular, y los efectos adversos sobre los órganos O.R.L. de ciertos factores del vuelo. Todos estos estudios van fundamentalmente canalizados al estudio de tres cuestiones: La selección vestibulométrica del personal navegante, estudio de la capacidad de ventilación de las trompas de Eustaquio y profilaxis del trauma sonoro.

a) Selección vestibulométrica del personal navegante.

El KHILOV el primero que intenta la determinación de niveles laberínticos para el vuelo. En los años 1925-1926 examina la Fisiología del aparato vestibular en 262 pilotos, determinando el efecto del servicio del vuelo sobre las funciones de los aparatos coclear y vestibular. Se sirve de test de BARANY tomando la sensación del nistagmus como índice de la función vestibular.

De los 262 pilotos, 133 son jóvenes pilotos con dos años de servicio y 124 son expertos pilotos.

En 45 de los 138 pilotos jóvenes, el nistagmus perdura más de 20 segundos y en los restantes 93 menos de 20 segundos.

En 90 de los 124 antiguos pilotos la duración del nistagmus resultó ser de más de 20 segundos y en 34 de menos de 20 segundos.

Estos datos le llevan a KHILOV a formular la original pero improbable conclusión: "El vuelo hace al aparato vestibular más sensible a los estímulos fisiológicos, es decir, a la rotación" y más adelante afirma:

"El piloto ideal sería un hombre en el que la duración del nistagmus postrotacional fuera largo y acompañado por sólo ligeros desórdenes somáticos y vegetativos".

La principal oposición a sus conclusiones viene de OSETROV (1927) que fundamentado en los resultados observados por él en múltiples exámenes de pilotos, afirma: "El nistagmus breve acompañado por pobres desórdenes somáticos y vegetativos es la respuesta característica de un buen piloto".

De la mayor importancia son a este respecto los conceptos vertidos por VOYACHEK en su magnífica Monografía Estado actual de nuestros conocimientos de Fisiología y Clínica del Aparato Vestibular (1927). En ella explica la especial importancia de la orientación espacial. Dice que el hombre dispone de diferentes aparatos para el sentido espacial: la visión, la sensación muscular y articular, audición y aparato vestibular.

Dice que el aparato vestibular reacciona en relación con el movimiento de la aeronave. Distingue el movimiento circular con aceleración y deceleración y el movimiento lineal (horizontal, vertical y combinación de ambos); asimismo asociado con la aceleración y la deceleración.

Analiza VOYACHEK el movimiento del avión en relación con sus estímulos sobre el aparato vestibular y afirma que la aceleración angular sería el estímulo apropiado de los canales semicirculares, y la aceleración gravitacional el estímulo apropiado para el aparato otolítico. Es el primero en llamar la atención sobre la ilusión de inversión de rotación, extremadamente importante en vuelo.

Es VOYACHEK el primero en explicar de manera comprensible el papel del aparato otolítico en el vuelo. Ideas anteriores acerca de las funciones del aparato

vestibular habían hecho restringir la exploración funcional a los canales semicirculares: El nistagmus postrotacional sería un índice claro de la función de los mismos. Para VOYACHEK fue evidente que el mero hecho de la rotación en la Silla de BARANY estimulaba los canales semicirculares, pero dejaba sin estimular los otolitos, de extremada importancia en el vuelo.

KULIKOVSKI llegaría al convencimiento de que no había, por un lado, correlación entre la duración del nistagmus postrotacional y la inadaptación al vuelo, y por otra parte, de que el test de BARANY fallaba frecuentemente como revelador de la predisposición latente a los desórdenes del aparato vestibular. Llegó KULIKOVSKI a la conclusión de que si los test se reducían a la exploración con el sillón de BARANY la conclusión ineludible podría ser que: la función vestibular no tenía la importancia excepcional que se le había atribuido a lo largo de la historia de la aviación, hecho que indujo al convencimiento de la necesidad de introducir nuevos test.

VOYACHEK sugiere, en 1927, el test de "doble rotación" que muy pronto sería de uso habitual en la selección de tripulaciones. Respecto a él, dice KHILOV en 1929, después de verificar y analizar los resultados de su uso práctico, que existiría una conexión funcional entre el aparato otolítico y el sistema de los canales semicirculares y que la estimulación del primero inhibiría el reflejo nistágmico del último. Piensan ambos autores que las reacciones de pérdida de altura o deslizamiento y asimismo las reacciones vegetativas no dependen de la estimulación de los canales semicirculares, sino de la estimulación del aparato otolítico y que se hace obligado incluir un test de respuesta otolítica en los exámenes de selección.

La técnica completa de estos exámenes está descri-

ta por JULIKOVSKII en un Capítulo del libro Examen médico de tripulaciones aeronáuticas y candidatos a las Escuelas de Vuelo de las Fuerzas Aéreas, 1929.

Se hace la pregunta VOYACHEK de si el aparato vestibular es o no necesario para el pilotaje de un aeroplano y asevera que en condiciones de vuelo en calma el aparato vestibular no está comprometido y no juega papel significativo en el trabajo de pilotaje, y que su papel se convierte en más apreciable durante los giros rápidos con ocasión de aterrizajes, eyección de catapulta, vuelos con muchos baches de aire y otras condiciones. Casos éstos en que por causa de sobrestimulación el aparato vestibular se convierte en perturbador del equilibrio.

Está plenamente convencido VOYACHEK de que los desplazamientos, lineales y verticales, afectan directamente al aparato otolítico, estimulando el sistema vestibular más frecuentemente que a ningún otro sistema. Asimismo reconoce también que existía una gran diferencia entre las sensaciones despertadas en el vuelo y las determinadas por el test por él propuesto "Otolitic Reaction" (O.R.), pero está convencido de que tenían mucho en común y de que el test "O.R." hace posible investigar simultáneamente las dos funciones del aparato vestibular, y acortar y simplificar el examen.

KHILOV estudia en 1933 con detalle las fuerzas que actúan en el vuelo acrobático y las tiene en cuenta en sus experiencias. Hizo una serie de test con la silla giratoria en varios planos, con la centrífuga y con el columpio de 4 barras, y apreció: que las reacciones vegetativas ocurren casi mientras el cuerpo del animal permanece moviéndose; que se dan igual cuando el laberinto está destruido y que un cuadro semejante se observa cuando se hace girar al animal en la centrífuga.

Infiere KHILOV que el aparato vestibular en presen-

cia de la fuerza centrífuga no puede cumplir la función fisiológica de órgano de orientación, pudiendo actuar de desorientador y perturbador de la precisión de los pilotos.

Piensa KHILOV que la razón real del mareo del aire son los desplazamientos de la aeronave en sentido vertical, capaces de constituir estímulo suficiente para el aparato otolítico, y que el estímulo de éste iría acompañado del de los canales semicirculares si la estimulación persistía sobrepasando el umbral de los mismos. Trabajando con animales descerebrados y sin laberinto, observa KHILOV que el componente vegetativo de la reacción sería conservado después de la extirpación del laberinto y que, por lo tanto, la estimulación no sólo del aparato otolítico, sino también el movimiento de los órganos interiores, sería importante en la producción de reflejos vegetativos durante el giro de una aeronave.

En otra publicación del mismo año expone KHILOV su punto de vista, estableciendo de modo inequívoco que: "En el pilotaje del avión el más intenso estímulo operativo no es la aceleración angular, estímulo específico de los canales semicirculares, sino las fuerzas lineales que actúan sobre el aparato otolítico. Esas fuerzas no despiertan reacciones somáticas, sino vegetativas y sólo si la estimulación se acumula. La manifestación de los reflejos vegetativos es debida no sólo al aparato otolítico, sino a los otros propio-receptores también".

KHILOV es partidario del entrenamiento vestibular pero sólo atendiendo a los reflejos vegetativos, sirviéndose del entrenamiento activo -en el que incluye los movimientos circulares del cuerpo, ejercicios en paralelas y barras horizontales, caminar en rodillos, ejercicios en bicicleta fija, la práctica del esquí en la nieve, patinaje sobre hielo, etc.- y del pasivo en el que utili-

za la centrífuga, el banco rotatorio, el columpio de 4 barras, el tiovivo, etc.

KHILOV no se sirvió para sus apreciaciones exclusivamente de experiencias practicadas en el laboratorio con animales y personas, sino que personalmente había realizado vuelos con prácticas acrobáticas, analizando en las mismas cuidadosamente sus sensaciones y reacciones; mostró especial atención al análisis de la llamada aceleración de CORIOLIS, a cuyo efecto se sometió durante sus vuelos. Durante giros, barrenas y rizos, inclinó la cabeza o la cabeza y el tronco en la dirección de la perpendicular al plano de rotación del avión y en ninguno de los experimentos obtuvo sensaciones de inversión, rotación o caída, tampoco observó la aparición de reflejos neurovegetativos. Sólo experimentó reacciones vestibulares y exclusivamente en forma de síndrome vegetativo ante su pertinaz insistencia de repetición de maniobras durante espacios de tiempo de más de 40 o 60 minutos.

La conclusión es de que las típicas reacciones vestibulares obtenidas en laboratorio, en primer lugar no ocurren en las maniobras en el aire, y en segundo lugar sólo durante prolongadas maniobras (en las que los estímulos se acumulan) y sólo en sujetos con acentuada sensibilidad del aparato vestibular, se puede llegar a observar la aparición de un síndrome exclusivamente vegetativo.

Escribe KHILOV que la razón de las discrepancias entre los datos del laboratorio y las experiencias del vuelo está en que la fuerza centrífuga que actúa sobre el piloto inhibe los efectos vestibulares. El piloto, maniobrando, pierde su orientación normal, bajo la influencia de la fuerza centrífuga, pierde su normal vertical, apareciendo para él una nueva línea vertical fisiológica distinta de la real. El piloto se va aparta -

do de sus habituales reacciones espaciales y el avión se convierte en el centro del espacio. En el piloto acrobático las fuerzas del efecto de "Coriolis" y otros estímulos actúan sobre el aparato vestibular de forma que no despiertan reflejos somáticos laberínticos normales.

KHILOV piensa que en el simple vuelo, particularmente durante el vuelo a ciegas, en niebla o de noche, el aparato vestibular puede ser de la mayor importancia orientadora y que, incluso, es deseable un cierto aumento de su excitabilidad, pero excitabilidad del aparato vestibular expresada no en reflejos vegetativos, sino en reflejos somáticos.

En su trabajo "Vestibulometría en la selección de pilotos de Aviación" (1936, reúne KHILOV los esfuerzos del Departamento de VOYACHEK; fija el punto de vista definitivo en cuanto a la significación en el vuelo de los canales semicirculares y del aparato otolítico. Sienta una técnica de estudio de la reacción otolítica, la estimulación vestibular cumulativa, un instrumento especial -el columpio de 4 barras- es designado por él para el estudio de tal efecto, y establece que el entrenamiento vestibular el útil y posible el trabajo sobre métodos y esquemas para tal entrenamiento. Por el propio Departamento de VOYACHEK es diseñada la primera centrífuga para la investigación de los efectos de la aceleración radial.

b) Capacidad de ventilación de las trompas de Eustaquio.

Muestra interés el Departamento del Profesor VOYACHEK por el estudio de la resistencia de los pilotos a los cambios bruscos de la presión atmosférica.

KHILOV en 1926 hizo estudios de la resistencia de la membrana timpánica ante la reducción de la presión atmosférica que actúa a través de conducto auditivo externo, estableciendo en 180 a 190 m.m. de Hg. la presión negativa máxima capaz de ser soportada por la membrana timpánica.

Investiga también KHILOV los disturbios funcionales de la trompa de Eustaquio y los efectos del trauma acústico del vuelo.

VOYACHEK diseña, en 1932, un manómetro acústico especial capaz de denunciar no sólo un bloqueo local, sino varios grados de insuficiencia funcional de la trompa de Eustaquio.

PARFENOV, en 1934, después de haber usado el manómetro acústico de VOYACHEK en una serie de investigaciones en condiciones normales y en Cámara de Baja Presión, afirma que su uso resulta ser completamente satisfactorio para la detectación de los bloqueos de la trompa de Eustaquio y concluye, que su uso debe hacerse obligatorio en la selección y examen periódico de las tripulaciones. KHILOV al año siguiente apoyó esta opinión emitida por PARFENOV, considerando que la selección de pilotos caza-bombarderos y de paracaidistas, debería estar en especial supeditada a los resultados satisfactorios de las pruebas manométricas acústicas.

c) Profilaxis del trauma sonoro.

Era considerado ya por los O.R.L. que la prolongada acción del ruido intenso sobre el oído era nociva para el órgano acústico e, incluso, ya se habían publicado datos indicativos en el sentido de daños en el oído de pilotos veteranos, tal es el caso de MINKOVSKII que, en 1927, describe lesiones perceptivas y de conducción en

el oído de pilotos con dos a quince años de vuelo, después del examen practicado a un grupo de 100.

KULIKOVSKII mantiene, en 1930, un punto de vista distinto, afirmando que las lesiones O.R.L. son extraordinariamente raras en los pilotos.

KHILOV en 1935 estudia las posibles alteraciones del órgano auditivo en pilotos veteranos y describe las alteraciones encontradas, sentando que la resistencia al trauma acústico varía de unas personas a otras, que la predisposición puede estar latente y ponerse en marcha ante la presencia de estímulos prolongados, actuando el ruido de activador en enfermos en potencia.

Se pretende en el Departamento detectar la sensibilidad potencial del aparato coclear al posible trauma acústico del vuelo y se ocupa de tales estudios MITROFANOV que se vale de mediciones de respuestas acumétricas antes y después de la exposición al ruido.

También se preocupó el Departamento de VOYACHEK del estudio de la profilaxis de los ruidos en las tripulaciones. POPOV diseña un casco universal bien acogido. TRIFONOV ya en 1934 estudia varios tipos de protectores auriculares de los ruidos (cascos y tapones). Otros medios de protección son asimismo considerados.

Durante los años 1932 a 1934, la Academia, a instancias de los médicos examinadores, estudia las Reacciones del organismo e injurias traumáticas en paracaidismo, trabajo del que se encarga al equipo formado por ALEKSANDORV, IVANOV, KABANOV y LEBEDINSKII, entre otros.

El examen realizado en 41 paracaidistas antes del vuelo, en el vuelo y después del salto, revela que todo lanzamiento en paracaidas supone un gran stress emocional, pudiéndose apreciar en el sujeto: una marcada reacción cardio-vascular, modificaciones en la respiración

-es contenida durante el salto y anormal antes del aterrizaje-, desórdenes en la actividad de los Centros Nerviosos Superiores -alteraciones en la memoria, falta de atención, reacción psíquica aumentada-, efectos hiperglucémicos, desórdenes de la función renal -a veces aparición en la orina de proteínas y elementos formes-.

Al comparar las reacciones de los paracaídasistas después del primero y cuarto saltos, concluyen que la reacción fisiológica es con mucho, menos significativa después del cuarto salto, lo que atribuye a un aumento de resistencia del organismo al paracaidismo como resultado del entrenamiento y del hábito.

Hacen estudios para determinar de cuántos saltos no sería aconsejable pasar en el día y observan que con tres saltos, con una hora de intervalo, se produce un perceptible deterioro de las reacciones cardiovasculares, una merma de los rendimientos en el trabajo y la aparición de proteínas y elementos formes en orina. Piensan los autores que tres saltos sucesivos sería el límite máximo.

La conclusión general es de que el paracaidismo causa un stress emocional acusado y una considerable fatiga del sistema cardiovascular en grado comparable a la producida por una carrera de obstáculos de entre 100 y 400 metros, si bien como estas reacciones son temporales, creen los investigadores que el salto no ejerce efectos dañinos sobre el organismo y que estimularía el deseo de nuevos lanzamientos.

Continuación de estos trabajos son las investigaciones de GORDON de 1934, con las que trata de objetar los disturbios emocionales que acompañan al paracaidismo. Examina el fenómeno del automatismo oral el día anterior al lanzamiento, inmediatamente después del salto,

y en lo alto de la Torre de lanzamiento y observa que es positivo en el 4,3 %, 25,8 % y 41,8 %, respectivamente, disminuyendo las diferencias cuando el número de saltos va creciendo. Aconseja GORDON intensificar los entrenamientos para una mejor técnica del salto, así como prestar especial atención a la esfera neuropsíquica en el momento de la selección de los paracaidistas.

En un trabajo de GOROVoi-SHALTAN del mismo año, hay una extensa referencia a las emociones de los paracaidistas.

MAKAROV, asimismo, en 1934, recomienda la prueba de desplazamiento en el aire, como prueba de aptitud para el paracaidismo y también como medio de entrenamiento para el vuelo. Describe como respuesta patológica a la misma, los tipos de: nervioso excitable, miedo y ansiedad, depresión sintomática y mezclas. Precisa que estos tipos de respuestas son reversibles y que el entrenamiento mejora la capacidad neuropsíquica para el vuelo.

Los traumatismos del paracaidismo y su profilaxis es motivo de consideración por parte de algún Departamento quirúrgico de la Academia, si bien con no excesivo calor.

GESELEVICH trabaja en 1933 en el análisis de las contraindicaciones del paracaidismo, principalmente de las de orden quirúrgico y establece que es motivo de exclusión para el mismo: la varices en las extremidades inferiores, las flebitis, las piernas en X, las hernias, el haber sufrido fracturas malolares o tarsales, laxitudes de ligamentos articulares, las luxaciones recidivantes, la artritis, lumbago, las lesiones de menisco, el no haber alcanzado la edad mínima de los 20 años de edad.

SHATSKII, en 1940, hace referencia de 51 tipos distintos de lesiones traumáticas de los paracaidistas, llamando especialmente la atención sobre las fracturas de cadera, de tercio medio de las diáfisis y, sobre las oblicuas en forma de espiral.

PETROV y GONCHAROV, se ocupan del estudio de la cues-

ción de la altura a que es posible la evacuación de los distintos tipos de heridos y traumatizados. Investigan con conejos y perros a los que provocan diversas lesiones y someten al efecto de vuelos reales o simulados a diferentes alturas. Como consecuencia de los resultados obtenidos piensan que los hombres con heridas craneales pueden ser evacuados a una altura de 3.000 a 4.000 metros, siempre que se les aplique un vendaje comprensivo. Los heridos que han sufrido abundante pérdida de sangre podían, en su opinión, ser evacuados también a estas alturas. No se atreven a dar respuesta en cuanto a la altura a la que sería posible la evacuación de hombres heridos en la cavidad abdominal, en el hígado, o que sufrieron de heridas complicadas con neumotorax abierto o cerrado, si bien dejan caer que los heridos de esta categoría no sería necesario transportarlos a estas alturas tan elevadas.

BANAİTIS dice, que la evacuación aérea desde el frente, debe considerarse como un método auxiliar, no el fundamental, excepto en el caso de montañas o terrenos desérticos.

Considera BANAİTIS un primer grupo de heridos de urgente evacuación, independientemente de la altitud; un segundo grupo de evacuación urgente, pero a altitud no superior a 1.000 metros; en un tercer grupo, que comprende los de segunda prioridad cuya evacuación podía hacerse a cualquier altura, el cuarto grupo sería aquel en que la evacuación aérea está completamente contraindicada.

Incluye en el primer grupo los efectos de manifestaciones iniciales de tétanos, casos sospechosos de contaminados por gases, de quemados y congelados, de lesionados en los ojos, en la cara, en las vértebras, en la pelvis, en las extremidades superiores e inferiores y de lesionados en las articulaciones mayores.

En el grupo cuarto, aquel en que la evacuación está completamente contraindicada, comprende personas con tétanos desarrollados, oligohemia, manifestaciones de colapso y schok, heridos en el cráneo, en las grandes articulaciones, en la tráquea, en la faringe, esófago, pulmón, corazón y lesiones abiertas o cerradas en abdómen.

En cuanto al problema de asegurar las condiciones higiénicas de las tripulaciones, por parte de la Academia, sólo merece mención una Tesis de KALMYKOV, sobre trajes de vuelo y dos publicaciones de ZIMKIN, sobre iluminación de diales de instrumentos.

La Tesis de KALMYKOV, publicada en 1934, consta de cuatro partes: la primera se refiere a las condiciones del trabajo de los aviadores; la segunda, trata de los resultados de la valoración higiénica de los trajes de vuelo completos; la tercera, del resultado de la evaluación de los diversos tejidos usados en la confección de los trajes de vuelo; la cuarta, sugiere diversos tipos de trajes mejorados. Dice KALMYKOV que el traje ha de tener buena protección contra el calor y el frío, un mínimo de permeabilidad al aire, baja higróscopica, estar hecho a prueba de agua, ser flexible y suave, ligero y no voluminoso, no ser inflamable, ser resistente a la oxidación-reducción, al aceite y al petróleo, de simple diseño y corte apropiado.

De acuerdo con estas bases, sugiere KALMYKOV diversos nuevos tipos de trajes que serían adoptados por las F.A.

En cuanto al calzado, dice que la piel es mejor que el fieltro para las botas de vuelo. Introduce un nuevo tipo de guantes de abrigo, diversos tipos de caretas para proteger la cara del frío y un nuevo tipo de casco de vuelo.

ZINKIN trabaja sobre iluminación de cabinas durante el vuelo nocturno y sobre visibilidad de diales (1934 y 1936) y ANDREZEN, fija los requerimientos que han de satisfacer los cristales de las gafas de vuelo, para terminar aconsejando los "Zeiss" amarillos.

RONCHEVSKII, en una publicación de 1936, se ocupa de la higiene mental aplicada a la selección de candidatos a las Escuelas de Vuelo; se basa en el examen psiquiátrico y llega a establecer caracteres positivos, negativos y neutrales para el vuelo.

Son para él caracteres positivos para el vuelo: iniciativa, persistente capacidad para el esfuerzo voluntario, solicitud, simpatía, elevado tono vital, buen equilibrio psíquico, espíritu emprendedor, ingenio y rapidez de reacciones.

Son para él rasgos negativos: excitabilidad emocional, inestabilidad, tendencia a posiciones exageradas, nerviosismo, hipersensibilidad táctil, agresividad, puerilidad, atolondramiento, temperamentabilidad, lentitud o excesiva rapidez, inestabilidad afectiva, pobre disposición al esfuerzo voluntario, tendencia a dejarse influenciar fácilmente o a la inversa.

Caracteres neutrales -potencialmente negativos que pueden ser compensados por rasgos positivos- serían: impresionabilidad, reserva, moderado nerviosismo, moderado genio vivo, disposición general a la benignidad a condición de que el tono psíquico general sea bueno.

Añade RONCHEVSKII que sobre estas bases el psiquiatra debe cuidadosamente examinar todo movimiento expresivo y ademanes, parte importante del examen psiquiátrico de selección.

6. EL "ALL UNION" INSTITUTO DE MEDICINA
EXPERIMENTAL.

Inicia su trabajo en Fisiología de Aviación en 1934 centrándose sus estudios en el problema de anoxia que, en general, es estudiado en condiciones de laboratorio -Cámara de Baja Presión, respiración de O_2 empobrecido con mezclas de gases- si bien se sirve del material conseguido en ascensos a altas montañas e, incluso, del obtenido por vuelos programados con tal objeto.

Es el trabajo más importante, el desarrollado por el Departamento de Fisiología y Patología y por el Departamento de Fisiología General del Profesor RAZENKOV. También merece mención, el trabajo realizado en el Laboratorio de Fisiología y Patología Acústica del Profesor ANDREEV; el del Laboratorio de Barotermofisiología, bajo la dirección de MARSHAK; el del Laboratorio de Fisiología Optica de FEDEROV y, finalmente, el de ZHUKOV y VLADIMIROV, como Jefes de los equipos de Fisiología y Química que investigan en la alta montaña.

El Departamento de Fisiología General dedica su principal atención a los procesos digestivos en condiciones de reducida presión atmosférica. Estudia experimentalmente las funciones secretora, excretora y motora del trabajo alimentario, primero en perros y, finalmente, en sujetos humanos.

Puede el equipo de RAZENKOV, a través de sus estudios, comprobar que las actividades secretora y excretora de distintos elementos glandulares del tubo digestivo experimentan importantes cambios bajo condiciones de anoxia y que la función motora también se alteraría.

La secreción salival en perros mantenidos en Cámara de Baja Presión a una altura de 4.000 metros por un largo periodo de tiempo, se reduciría, el residuo de la saliva, también disminuiría, a la vez que aumentaría en la misma el nivel de urea, amilasa y ácido láctico. Cambios éstos que no son detectados cuando la permanencia en la altura es de corta duración -unos veinte minutos- o cuando se suministra O_2 en la altura. Por otra parte, FILIPPOVICH (1940) afirma que los cambios en la secreción salival no se presentan o son despreciables después de una serie de elevados ascensos -nueve o diez-

Pueden los autores comprobar que las modificaciones en la secreción salival en la altura se comporta respondiendo con más energía ante estímulos repelentes que ante la comida. Por otra parte, también pueden observar que la extirpación del simpático cervical superior despertaría cambios en la secreción más duraderos y una adaptación más lenta.

Los estudios sobre la secreción salival durante el ascenso a altas cotas no son concordantes.

En perros mantenidos en vuelo de dos a tres horas, observa USPENSKII que la secreción salival disminuye.

Posteriormente y como resultado de múltiples experiencias en perros con estómagos de PAVLOV y HEIDENHAIN, en Cámara de Baja Presión, valiéndose de distintos estímulos a diferentes alturas, llegaría RAZENKOV a la conclusión de que la inhibición de la secreción del jugo gástrico en condiciones de reducida presión atmosférica es consecuencia, primeramente de un disturbio del mecanismo nervioso de secreción, siendo el mecanismo humoral apenas distorsionado.

En cuanto a la actividad motora del estómago, RA-

ZENKOV confirma los anteriores hallazgos de STRELTSOV, KRUGLY y otros en el sentido de su inhibición durante la permanencia a los efectos de la altura. Encuentra estos efectos a la altura de 8.000 metros, pero se da cuenta de que el efecto no es persistente. EDINOVA comprueba que la administración de O_2 en la altura restablece la actividad.

La biligenesis en condiciones de reducida presión atmosférica también resulta perturbada a alturas de entre 6.000 y 8.000 metros, reduciéndose, a la vez que aumenta la viscosidad y densidad del residuo. La cantidad de ac. biliares y bilirrubina aumenta, pero cae el nivel de la colessterina. Estos cambios son persistentes, pero repetidos ascensos conducen a la adaptación (GLIKSON y RUBEL, 1940).

Ascensos a altas montañas a alturas inferiores (4.600 a 4.500 metros) o ascensos ficticios a tales niveles, determinaron aumento de secreción biliar, aumento del nivel de ac. biliares, así como de la viscosidad de la bilis.

El estudio morfológico practicado en el hígado de los perros después de varios ascensos a 8.000 metros, mostró brusca dilatación de los capilares acompañada de fenómenos de compresión de las trabéculas hepáticas y vacuolización del protoplasma de algunas células hepáticas.

Pudieron los autores observar inhibición de la secreción de la glándula pancreática, a partir de los 4.000 metros y falta de alteración a alturas inferiores.

En perros con fístula de THIRY, mantenidos a alturas ficticias de 6.000 a 8.000 metros aprecian reducción de función de sus glándulas intestinales, alteración que no ocurre en perros con asa intestinal aislada denervada.

KHAZEN observa en todo caso un aumento del poder dissociativo de los jugos.

En ascensos a las montañas se observó que la secreción de juego intestinal aumenta a 3.250 metros y decrece a 5.250 metros en ambos grupos de perros.

En vuelos de 3.500 a 4.200 metros de altura durante dos a cuatro horas observa USPENSKII (1940) importantes inhibiciones de secreción en todos los perros, acompañadas de una también importante reducción de la concentración de urea a la vez que disminución de la energía mucólica del jugo.

Cambios en la estructura morfológica del intestino delgado, en forma de ondulaciones de las células epiteliales y picnosis en sus núcleos sólo son detectados después de quince ascensiones a 8.000 metros en Cámara de Baja Presión.

Las conclusiones a que llega RAZENKOV son de que la reducida presión barométrica "afecta en primer lugar a los aspectos del proceso digestivo influenciados en una relativamente gran magnitud por el S.N.", y añade, "pero esos aspectos de la digestión... principalmente influenciados por las regulaciones hormonales... no sufren o lo hacen en pequeña extensión e, incluso, en otras circunstancias incluso se intensifican". "Las influencias neuroreflejas no serían el solo mecanismo a través del que la reducción de la presión barométrica influye sobre el organismo, y los factores humorales juegan una no menos importante parte". Piensa RAZENKOV en un relativo autonomismo de los procesos efectuados en el organismo y en los mismos tejidos, puesto que ocurren procesos en órganos y tejidos que son relativamente autónomos. Esto, por otra parte, va en contra de los principios sentados por la Fisiología Pavloviana.

Es además evidente que los datos obtenidos en la Cámara de Baja Presión no coinciden siempre con los conseguidos en las altas montañas, ni éstos se corresponden con los facilitados por los vuelos en aviones. Asimismo existen contradicciones entre los datos conseguidos con perros y con el hombre.

ANDREEV, PANKLOMOV y YUDINA estudian los cambios en la actividad S.N. Sup. en perros sometidos a hipoxia anémica del cerebro, conseguida por ligadura de las carótidas. Observan que la anoxia consecuente de las células corticales hace desaparecer todos los reflejos condicionados, previamente establecidos y que no recuperaría hasta pasadas dos semanas. ANDREEV analiza este desorden y llega a la conclusión de que el disturbio afecta a la actividad analítica más que a la sintética, del cerebro. (1935)

MARSHAK y colaboradores estudian la regulación de la respiración y circulación sanguínea en condiciones de hipoxia e hipocapnia, abordando -en una Comunicación en 1940- MARSHAK el asunto de la regulación de los procesos por los que el organismo se adapta a la anoxia. Piensa que lo hace a través de una intensificación de la respiración, contracción del bazo, intensificación de la actividad cardíaca, elevación de la presión sanguínea y cambios en el suministro de O_2 a órganos y tejidos (por separado).

Distingue MARSHAK dos etapas de adaptación: la primera, debida a una reacción del S.N.C., y la segunda, desarrollada por órganos periféricos y tejidos no por el camino del reflejo, sino por efecto director de insuficiente tensión de O_2 en sangre y en órganos y tejidos concernientes.

SHIK estudia en 1939 los efectos de adaptación a la altura, valiéndose de respiración de O_2 empobrecido por mezclas de gases y encuentra que la cantidad y tanto

por ciento de O_2 demandados serían reducidos durante el primer test. La repetición del test arrojaría una exigencia de O_2 aún menor, afirmación que sería desarrollada con gran detalle al año siguiente por SHIK, URIEVA y BRAITSEVA que proponen el servirse de breves y repetidas inspiraciones de O_2 empobrecido como medio de adaptación a la hipoxia. Piensan estos autores que los quimiorreceptores del sinus carótideo toman parte en los procesos reguladores con motivo de la presencia de ligeros efectos anoxémicos y que los mecanismos adaptativos de intensificación de la respiración, aumento de la actividad cardíaca, elevación de la presión sanguínea y contracción del bazo, se efectuarían por vía refleja.

7. APORTACION DE LOS FISIÓLOGOS MONTAÑEROS SOVIETICOS A LA MEDICINA DE AVIACION.

Preocupaban a los Fisiólogos los problemas de aclimatación y adaptación del organismo a la reducida presión atmosférica.

Existía la evidencia de que la hipoxia Médico-Aeronáutica se solía presentar rápidamente y no era duradera, en contraposición a la observada en Clínica Médica de más prolongada duración. Interesaba por igual, en Fisiología de Aviación y Clínica Médica, el efecto de la hipoxia leve prolongada.

Estas razones indujeron a buen grupo de Fisiólogos a organizar diversas expediciones a las altas montañas para realizar allí el estudio de tales problemas.

En la de LONDON y su equipo, de 1926, el trabajo se realizó en perros, a los que practicaron la angiostomía, y en los que estudiaron los cambios experimentados en la sangre de vasos superficiales y profundos con ocasión de

la permanencia en las altas cotas. Observaron cambios en las series blanca y roja, nivel de Hb., colorimetría, ph, gases, viscosidad, contenido en agua, reserva alcalina, azúcar, calcio, P y cloro.

Realizan la angiostomía en las venas porta, hepática, renal, esplénica y adrenal. Sus resultados se publicaron en Fflugers Archiv de 1927, vol. 21, núm. 3.

Las principales conclusiones a los experimentos de HALLE, realizados a 78 metros, DAVOS a 1559 y MOUTAS-MU-REGL a 2.450, pueden ser resumidas así:

1. El conteaje eritrocítico crece durante el ascenso y cae en el descenso.
2. En la altura se observa un aumento de destrucción de eritrocitos por el bazo.
3. Se observa un aumento de la eritropoyesis durante la prolongada estancia en la altura.
4. La disolución total de eritrocitos disminuye en la altura.
5. El conteaje de leucocitos cae en la altura.
6. La viscosidad de la sangre aumenta en la altura, siendo más alta en las venas profundas que en las superficiales.
7. No aumenta ni disminuye en la altura la cantidad total de sangre.
8. El contenido líquido de la sangre disminuye con la altura.
9. El pH de la sangre permanece constante.
10. La reserva alcalina disminuye.

11. El nivel de azúcar en sangre permanece constante.

12. El nivel de K primero cae, luego fluctuaría por arriba y abajo de lo normal.

13. El nivel de Ca en sangre fluctuaría también.

14. El nivel de P subiría.

BYKOV y MARTISON (1933) estudian el comportamiento físico-químico del organismo en condiciones de reducida presión atmosférica, las condiciones energéticas en reposo y actividad, la relación ácido-alcalí, el mecanismo de adaptación del organismo a la misma y, fundamentalmente, el complejo problema biológico de la influencia de la atmósfera enrarecida sobre el organismo humano.

Hacen estudios comparativos de la permanencia a 510 metros en Pyatigorsk y a 2.100 metros en Monte Shidzhatmas y adicionan observaciones hechas en perros con uréteres expuestos, bazo expuesto y con estómago de Pavlo

Establecen que a 2.100 metros las exigencias de O_2 aumentan, se intensifica la ventilación pulmonar y la producción de CO_2 , aumenta el coeficiente respiratorio y en grado más significativo, el metabolismo basal. La ventilación pulmonar, O_2 gastado y CO_2 producido aumentaría en un 100 %.

En la orina la cuantía de alcalis orgánicos aumenta en la altura.

Concluyen los autores que es cierto que signos no claros de acidosis pueden ser detectados en la altura y que el aumento de alcalis inorgánicos en la orina, más bien indicaría la compensación de la alcalosis nacida de la hiperventilación.

El análisis en la sangre arterial de los perros les muestra reducción de los niveles de O_2 y aumento de capacidad para el mismo, ausencia de cualquier variación de los niveles en sangre de fósforo y aminoácidos y considerable aumento en el nivel de cloro.

El análisis de orina de dichos perros les muestra un considerable aumento del cloro y álcalis inorgánicos, aumento de acidez total y falta de aumento del amoniaco y de la cantidad total de N y ácidos orgánicos. Estos datos serían significativos de la ausencia de acidosis.

En cuanto a las células de la sangre aprecian un aumento de eritrocitos con nivel de Hb. también aumentado, ligera tendencia a linfocitosis y ausencia de variaciones en el número de leucocitos. Tanto las cifras elevadas de eritrocitos como los niveles aumentados de Hb, se mantienen durante todo el tiempo de permanencia en alta cota, continuando el contaje de eritrocitos alto hasta dos meses después de volver al punto de partida.

Se hacen los autores la pregunta: ¿acidosis o alcalosis en la altitud?

Existía a este respecto una contradicción entre los autores europeos que sostienen como incuestionable el desarrollo de acidosis en la altura, y el punto de vista de los americanos, según el cual sería la alcalosis la desarrollada. BYKOV y MARTISON opinan que la caída de la presión del O_2 en el aire alveolar es primaria y que probablemente conduciría a una temporal acidosis tisular de corta duración, el S.N. -particularmente el centro respiratorio- reaccionaría energicamente intensificando la ventilación pulmonar y originando una alcalosis que neutralizaría la acidosis inicial, procesos opuestos que, por otra parte, se alternarían constantemente.

Sus investigaciones sobre la actividad nerviosa superior valiéndose de test psicotécnicos, le revelarían: que a 2.000 metros predominan los procesos de excitación -aumento de genio y aguzamiento de la memoria y otras facultades mentales-, pero a 4.000-5.000 metros se experimentaría depresión psíquica -deterioro de la atención, memoria y criterio y pérdida de la precisión de movimientos-, si bien que, al mismo tiempo, facultades como habilidad para hacer cálculos rápidos, memoria local y resistencia a la fatiga, mejoraban. No observa cambios en la rapidez de movimientos, organización de atención, habilidad para medir por la vista, etc. Asimismo, puede observar que la capacidad muscular para el trabajo se reduce en la altura, y del mismo modo la potencia sexual decrece.

En cuanto a la profilaxis del mal de altura, SIROTININ, atendiendo al factor patogénico alcalosis, sugiere la administración de ácido cítrico con azúcar, comprueba que los sujetos que toman ácido cítrico contraen el mal de la montaña más tarde que los que toman soda. Concluye que la administración de sustancias ácidas suprime la alcalosis y es útil contra el desencadenamiento del mal de la montaña.

Nuevas importantes expediciones se realizan en Rusia de los años 1934 a 1940, en las que toman parte un importante grupo de Fisiólogos dirigidos por ZHUKOV y otro de Bioquímicos, que dirige VLADIMIROV.

El grupo de Fisiólogos, aparte de estudiar los efectos de la reducida presión atmosférica sobre respiración, sangre, circulación y metabolismo, investiga fundamentalmente las funciones del S.N.C., las del S.N. Vegetativo y los analizadores.

La sensibilidad de la piel es estudiada valiéndose-

El hecho de conservarse esos niveles aumentados -eritrocitos y Hb.- durante largo tiempo viene a hacer pensar en un "efecto rejuvenecedor del clima de alta montaña". Significan los autores que ese efecto duradero se produce después de permanencias relativamente cortas y a alturas moderadas, lo que les induce a justificar el uso de la Cámara de Baja Presión como método de entrenamiento fisiológico.

SIROTININ estudia en sus expediciones montañosas, la etiología, patogenia y cuadro clínico de la enfermedad de montaña, así como su profilaxis por el entrenamiento, constituyendo su principal preocupación el estudio del balance ácido-alcalí. Pone en 1930 en evidencia una considerable reducción de la reserva alcalina de la sangre coincidente con el comienzo de los síntomas de la enfermedad de montaña con ocasión de permanecer a 4.200 metros. En 1932 observa a esa misma altitud una reacción normal de la sangre, pero a 5.015 metros la reacción de la sangre se iría violentamente a la dirección de la alcalosis con simultánea aparición de clara sintomatología de enfermedad de montaña. En 1933 registra alcalosis a la altura de 4.250 metros; asimismo, acompañando a sintomatología de enfermedad de montaña. En 1955 observa nuevamente cambios en el pH a 5.000 metros afirmando que cuanto más pronunciado es el cambio en dirección de la alcalosis, más severos son los síntomas de enfermedad de montaña.

Como resultado de todas estas investigaciones muestra SIROTININ que a moderada altitud puede ser detectada una tendencia a acidosis acompañada si acaso por leves síntomas de enfermedad de montaña. A elevadas alturas la acidosis sería, en su sentir, oscurecida por alcalosis gaseosa e iría acompañada por regla general, de severas manifestaciones de enfermedad de montaña.

Presta también SIROTININ atención a los cambios

morfológicos de la sangre durante la permanencia en la altura y como resultado de sus trabajos establece, en 1930, un aumento en el número de eritrocitos y del porcentaje de Hb., denunciando la presencia de nuevas células rojas en sangre y de reticulocitos índice de intensificación de la hematopoyesis. En principio SIROTININ atribuyó la reticulocitosis de la altura a la acción de la radiación ultravioleta.

SIROTININ aborda también el problema de aclimatación a la altura, valiéndose de expediciones a la montaña y de sus observaciones en propia permanencia con KAZBEK en Cámara de Baja Presión, durante siete días a 4.000 metros. Comprueba la persistencia de las modificaciones hemáticas meses después del descenso y concluye: que uno de los mecanismos básicos de aclimatación a la altura estaría en el aumento de la superficie de oxidación de la sangre, debido a la poliglobulia y que la presencia de reticulocitos sería indicativa de la intensificación de la función eritropoyética de la médula ósea.

En un Capítulo sobre el "efecto de la respiración a reducida presión atmosférica" (Manual de Fisiología y Patología, 1936) SIROTININ afirma definitivamente que en la altura se produce una intensificación de la destrucción eritrocítica acompañada de la aparición de Hb. en la orina e, incluso, de hamaturia, eritrodiéresis que precedería y condicionaría el aumento de la eritropoyesis.

Observa también SIROTININ que el glutation en sangre aumenta en la altura, pero no su excreción por la piel. Asimismo, que el pulso aumenta de frecuencia durante el ascenso, pero vuelve a la normalidad al cabo de cuatro o cinco días de permanecer a 4.250 metros; la tensión sanguínea no ofreció variaciones y sí detectó un ligero apagamiento de los tonos cardíacos.

se del cronaxímetro, que les permite observar, incluso a los 2.200 metros, cambios en la sensibilidad táctil y ausencia de los mismos en la dolorosa. A 4.250 metros está, para ZHUKOV, alargada la cronaxia de la sensibilidad táctil y aparecen ya disminuidas la sensibilidad corneal y conjuntival. El test del pelo de FREY revela acrecentada sensibilidad a leves umbrales estimulatorios y reducida a fuertes estimulaciones (efecto patológico).

El umbral de sensibilidad acústica está aumentado incluso a 2.200 metros y sufre un brusco deterioro en la percepción de las frecuencias de 6.000 a 10.000 c/s. A 4.250 metros el deterioro en la sensibilidad acústica es más marcado, sufriendo en especial la audición musical.

El aparato vestibular ya a 2.200 metros revela, a la exploración cronaximétrica un brusco incremento en la excitabilidad, particularmente en las personas menos tolerantes a la altura, observada, sin embargo, sólo en el primer día de permanencia en la altura, por revertir a partir del segundo día. No estudiaron los autores el comportamiento del aparato vestibular a alturas superiores.

La investigación cronoximétrica revela, en el analyzer visual, un progresivo aumento de excitabilidad con la altura. A una cota de 4.250 metros, la sensibilidad a los colores amarillo, verde y azul, es perceptiblemente baja, pero la sensibilidad al rojo permanece inalterada. El campo visual se reduce para el azul ya a 2.200 metros y se estrecha hasta en un 70 % a 4.250 metros para el mismo color, y no se altera para el rojo y el verde.

Es también perceptible en la altura la "reacción perversa del punto ciego", así como ligeros cambios del

diámetro pupilar, y un aumento perceptible del tiempo de reacción.

La investigación del sentido del olfato pone en evidencia que el umbral de percepción de sensación olorosa y de reconocimiento de la clase de olor está considerablemente aumentado a 4.250 metros, por ejemplo, se evalúa en el doble.

Investigaciones en el sentido del gusto revelan umbrales dispares de percepción. Sabores ácidos, salados y amargos serían más agudamente percibidos en la altura, volviendo a la normalidad después de unos cuarenta días.

Estudiando ZHUKOV las variaciones de la sensibilidad, pudo observar que en condiciones de reducida presión atmosférica, las formas epicríticas de sensibilidad estarían en su mayor parte alteradas, permaneciendo más estable la sensibilidad protopática. Estas conclusiones coinciden plenamente con las obtenidas a este respecto por STRELTSOV, en 1938, en Cámara de Baja Presión.

En cuanto a la respiración, comprueban los autores, su intensificación en la altura, aceleraciones y crecimiento ligeramente en profundidad -hiperventilación-. Piensan los investigadores que el cambio respiratorio sería consecuencia de la excitación del centro respiratorio y observan que a una altitud por encima de los 5.000 metros, empieza por iniciarse una disminución de la intensidad que progresivamente cae hasta llegar a la paresia y parálisis.

Las reacciones del Sistema Cardio-vascular, incluyen una excitación del pulso, el lento retorno de la frecuencia cardíaca a la normalidad después de un trabajo racional, despreciable aumento en la presión sistólica, insignificantes variaciones de la presión diastólica, y

mayores a la presión venosa. En el test de ortostatismo a 4.250 metros y más en particular a 5.315 metros, la presión de la sangre usualmente disminuye. La coagulación de la sangre también cae en la altura.

No se detectaron por los investigadores variaciones E.C.G. a 2.200 m. de altura, pero a 4.250 observaron: aumento de las ondas R. y P, P astillada o hendida, T ensanchada si bien sólo después del esfuerzo.

Los umbrales de dermografía roja y blanca se vieron aumentados en la altitud. A 4.250 m. el reflejo galvánico de la piel pierde su carácter bifásico o multifásico y toma la de un simple, lento, prolongado y apartado trazado.

La cronaxia muscular, a 4.250 metros, aumenta aproximadamente en el 80 %, pero la cronaxia neural aparece disminuida en el 20 %. El sentido muscular y articular aparecen considerablemente distorsionados a dicha altura, y el temblor aumenta progresivamente con la altura, tanto en reposo como en movimiento. La eficacia en el trabajo es más baja en la altura. El ergograma registra valores del 33 % de caída a 2.200 metros y del 57 % a 4.250 metros.

Estudiaron también los autores las variaciones de la función vegetativa por el efecto de ciertos fármacos en la altura, principalmente cafeína, luminal y combinación de ambos. Comprueban un efecto, a veces aparentemente beneficioso, pero más comúnmente adverso con la administración de cafeína, y mejores resultados con el luminal o la combinación de ambos.

En cuanto al efecto de la respiración de O_2 en la altura, concluye ZHUKOV, que sería más bien irregular, siendo durante el propio trabajo la respiración de O_2 beneficiosa en la altura sólo durante los primeros días,

para tornarse después indiferente o más bien desagradable, (1939). Formula, en principio, la teoría de "Máxima importancia del S.N.C. en todos estos desórdenes", en el contexto de la cual se incluyen el supuesto de que los cambios funcionales detectados en los sistemas: cardiovascular, respiratorio, neuromuscular y otros sistemas, podían no ser debidos al efecto de la anoxia sobre los mismos órganos, sino a través del efecto de la anoxia sobre el sistema N.C., opinión que sería origen de muchas discusiones.

En su Tesis Doctoral Papel del S.N. en los cambios de capacidad para el trabajo y en las reacciones del organismo en la montaña (1943), expone ZHUKOV su criterio en cuanto a que el total de los factores de la altura tendrían efecto estimulador, no tanto sobre la corteza cerebral, como sobre las regiones "situadas más abajo de la corteza cerebral", principalmente sobre el centro vegetativo superior.

El trabajo del equipo de bioquímicos que dirige VLADIMIROV, va dirigido al estudio en alta montaña de los procesos de regulación de la función respiratoria de la sangre, del metabolismo, bajo condiciones de reducida presión atmosférica, de la naturaleza de los procesos de aclimatación a la altura, de los métodos de combatir o mitigar las molestias del mal de altura, y de mejorar la eficiencia en el trabajo en altas cotas.

Como consecuencia a su primera expedición, sostiene VLADIMIROV el punto de vista de que el factor básico en la aclimatación a la altura es la Hb., aseverando que se observó en los componentes de la expedición por término medio, un 20 % de aumento de la capacidad de la sangre para el O_2 , después de la permanencia durante un mes, a una altura de 3.000 a 4.250 metros. Por otra parte, dice que está plenamente convencido de

que los procesos de adaptación a la altura no guardan relación de correspondencia con el proceso de neoformación de eritrocitos, proceso éste que requiere más días, o sea, que va más despacio, mientras que el proceso de adaptación a la altura es claramente manifiesto después de dos o tres días en la altura.

Esto implicaría que otros factores serían también importantes en los procesos de aclimatación, sumándose a la elevación del nivel de Hb. en los casos en que se hace necesaria una rápida adaptación. Se estudian las variaciones físicas y químicas con detalle y se intenta buscar explicación convincente al mecanismo de regulación de la suplencia del O_2 a los tejidos.

Los datos obtenidos revelaron, en primer lugar, un aumento de la viscosidad de la sangre de 4,9 a nivel del llano a 7,1, a una altura de 5.300 metros. Asimismo, pudieron apreciar que la diferencia entre el nivel de O_2 arterial y venoso se reducía claramente en la altura, indicativo de una elevación del nivel de O_2 en las venas y consecuentemente en los capilares sanguíneos con ocasión de tal situación. La razón, piensan, que estaba, pues, no en una disminución de absorción de O_2 por los tejidos en la altura, sino en que la cantidad de sangre llegada a los tejidos es mayor. El volumen minuto pasaría, según sus datos, de 3-4 litros en el llano a 7 litros, a 4.250 metros y a 9 litros a 5.315 metros.

La conclusión que sienta VLADIMIROV es de que el aumento en el volumen minuto del corazón debe ser considerado como uno de los mecanismos de aclimatación a la altura.

Estudió también el equipo, las propiedades químicas de la sangre, particularmente los balances gas/electrolitos y ácido/alcali. Pudieron observar que la presión parcial de CO_2 en el aire alveolar se reduce con la

altura, junto con el total contenido del mismo, así como la capacidad de la sangre para el CO_2 , yéndose la reacción de la sangre a la alcalosis.

Esto les lleva a investigar las causas de esa reducida capacidad de la sangre para el CO_2 en la altura, a estudiar el contenido en sangre de ácido láctico y electrolitos del plasma.

Como consecuencia de los estudios realizados, establecen que el valor total de electrolitos no se modifica en la altura, al menos hasta cotas de 5.000 metros, a partir de las que se observan algunas variaciones, ascendiendo el nivel del K y descendiendo el del Na. Pienzan los autores que la reducción en la cantidad de bicarbonatos y, consecuentemente, en la capacidad de CO_2 , sería debido al casi equivalente aumento de la suma total de ácidos orgánicos.

En cuanto al aumento en el contenido de ácido láctico y de los ácidos orgánicos en sangre, así como del contenido de acetona en orina, serían para ellos representativos de desórdenes del metabolismo intermediario en la altura. Asimismo, piensan, que la acumulación de cuerpos cetónicos y considerable aumento en el nivel del ácido B-hidroxibutírico en el hígado, sería indicativo de disturbio funcional hepático, en la altura.

Los cambios químicos detectados en sangre y orina indican también que en altas cotas el metabolismo graso sería el primero en sufrir y que sería, por tanto, necesario reducir el contenido de grasas en la ración alimenticia, sustituyéndolas por carbohidratos, en particular azúcar.

Los investigaciones sobre el metabolismo hidrocarbonado, evidencian que la capacidad de los tejidos para oxidar carbohidratos no experimentaría alteración apreciable en la altura y que sería mantenida la capacidad

de los carbohidratos en la altura para la sustitución isodinámica de las grasas, además de ser evidente la acción antiacetónica de los mismos. La acción dinámico-específica del azúcar administrado en la altura, sería reducida, y la administración de azúcar a altitudes por encima de los 3.000 metros, reduciría mucho la acetonuria.

Estos cambios en el metabolismo hidrocarbonado llevarían a VLADIMIROV a la conclusión práctica de que la "ración de marcha" de los montañeros, debe ser confeccionada con un contenido predominante de carbohidratos, fácilmente asimilables.

En relación con el metabolismo de las proteínas y sus variaciones en la altura, pudieron también observar que la desaminación de los productos de la hidrólisis de las proteínas sería despreciablemente alterada en la altura, y que la acción dinámico-específica de las proteínas, sería reducida, pero que la excreción de los productos finales del metabolismo de las proteínas proseguiría con la misma rapidez que en el llano. Estos datos llevarían a la conclusión de que las proporciones de su empleo en la dieta podían ser semejantes en el llano y en la altura.

El problema de las variaciones del metabolismo basal en la altura fue muy discutido. Las investigaciones de VLADIMIROV mostrarían que el metabolismo basal crece en la altura; él da, para el metabolismo basal medio en el llano, la cifra de 1.720 calorías; a 3.000 metros, 1.765 y a 4.250 metros, 1.782; si bien al mismo tiempo significaría que en algunos sujetos lo que se observa es una disminución.

También señala VLADIMIROV que el prolongado estado en la altura determina, en virtud de la aclimatación distintas variaciones en numerosas funciones fisiológi-

cas, tales como: gradual reducción del volumen minuto del corazón, aumento del conteaje eritrocítico, debido a la aparición en sangre de nuevas células, reducción en la cantidad de cuerpos cetónicos excretados en la orina y de un buen número de otros índices.

Con respecto a la Hb., VLADIMIROV piensa que las variaciones de su nivel no pueden ser consideradas factor básico de la aclimatación y que los procesos de aclimatación son debidos a la integración de una serie de funciones fisiológicas.

Se pregunta VLADIMIROV si el ascenso a altas montañas no podía ser un medio efectivo de mejorar la tolerancia a la anoxia. Determina la tolerancia individual a la anoxia de 24 sujetos antes del ascenso a altas montañas y después de una estancia en las mismas de cuarenta días, a una altitud por encima de 3.000 metros, hallando que el techo individual aumenta y que la mejor tolerancia persiste por un período de tiempo no inferior a los dos meses y en algunos casos hasta un año. Dicha tolerancia sería para él, resultando del entrenamiento general del organismo, entrenamiento del sistema cardiovascular y entrenamiento del S.N. vegetativo.

Por otra parte, significaría VLADIMIROV, que esa estancia en la altura mejoraría la tolerancia individual a los grados críticos de reducida presión, pero que apenas tendría efecto alguno en cuanto a la capacidad de resistir una atmósfera enrarecida por muchas horas. Establece asimismo, que el nivel inicial de Hb. en sangre no podía considerarse de primordial importancia en relación con la tolerancia a la altura.

Finalmente, señalaría VLADIMIROV, que la inspiración de O_2 en la altura determinaría la rápida caída del nivel de Hb. y subida de azúcar en sangre, pero que el balance ácido/alcalí se restablecería mas lentamente.

En cuanto a la utilidad de la aportación de los datos conseguidos en las expediciones montaÑeras, dice SERGEYEV que es indudable que en el avión se opera bajo muy distintas condiciones que en el ascenso a las montaÑas, pero que no puede negarse la utilidad de muchos datos fisiológicos obtenidos en condiciones de reducida presión atmosférica semejante de los datos referentes a la aclimatación y adaptación, de los referentes al balance ácido/alcali y de electrolitos a las variaciones de la composición gaseosa de la sangre, de la disociación de la Hb., de las presiones en sangre del O_2 y del CO_2 , de la capacidad de la sangre para el O_2 y CO_2 sobre el comportamiento de ciertas funciones vegetativas, de ciertos datos sobre circulación de la sangre, respiración, digestión, etc.

Añade que, gracias a las experiencias de la alta montaña, se llega a establecer la justificación fisiológica del entrenamiento de aviadores en la Cámara de Baja Presión y perfeccionar el concepto de tolerancia a la altura.

Finalmente, dice SERGEYEV, que las expediciones montaÑeras son interesante información acerca del papel rector del S.N.C. y particularmente de la corteza cerebral en las reacciones orgánicas a la reducida presión atmosférica.

D. MOMENTO MEDICO AERONAUTICO

EN EL COMIENZO DE LA II GUERRA MUNDIAL

Como hemos podido darnos cuenta, las especiales condiciones nacidas del acelerado y progresivo avance de la aeronáutica, que han hecho que el hombre vaya saliéndose cada día un poco más de la esfera de su vida, avocan a que los problemas se acentúen, tanto en intensidad, como en el número, por la aparición de otros nuevos sorpresivos o, en parte, intuitivos.

En principio ya las prodigiosas descripciones experimentales que, correspondan a subidas a las altas montañas o a las ascensiones en globo, se van acumulando, componen las primeras páginas de la Historia Médico Aeronáutica, mentalizando para futuras mayores incidencias, estimulando los estudios biofisiológicos, evidenciando los riesgos.

En la descripción cronológica realizada, hemos mencionado y a veces analizado, aunque someramente, los distintos problemas fisiopatológicos que se han ido planteando. No obstante, el hablar con propiedad de auténticos cuadros fisiopatológicos médico-aeronáuticos no sería correcto hasta la segunda mitad de este último periodo descrito, y creemos llegado el momento de hacer un estudio esquemático, con criterio histórico, de la Fisiopatología del vuelo, tal y como estaba en esta antesala de la II Gue-

rra Mundial.

Bien que al decir esto no podamos silenciar que muy importantes estudios fisiopológicos han sido reflejados al hablar del largo capítulo del Siglo de Oro de la Medicina Aeronáutica Soviética, pero también es cierto que de estos estudios apenas nada se sabía en el resto del mundo en aquella época, motivo por el que optamos en hacer la descripción por separado, en espera de mayores evidencias en cuanto a la autenticidad de los datos de la Medicina Aeronáutica soviética, que nos llegan, como ya indicaríamos antes, de fuente unilateral y partidista a través del libro de SERGEYEV.

Consideramos necesario, en primer lugar, el hacer un recuerdo elemental de la atmósfera para, a continuación, hacer un análisis del trabajo del piloto, exponer un concepto general y elemental del vuelo de altura, considerar la fisiopatología general del organismo en el vuelo de alta cota -reacciones normales fisiológicas o anormales patológicas- y, finalmente, un síntesis de la clínica y terapéutica del mal de altura.

1. RECUERDO ELEMENTAL DE LA ATMOSFERA.

En nuestro planeta Tierra, que se considera formado por varios estratos, se admite la existencia de un núcleo central de materias metálicas de unos 3.500 Kms. de espesor y nominado Siderosfera, una segunda capa de naturaleza calcárea o Calcosfera, formada por materiales unidos al O_2 y al S y de unos 1.700 Kms. de espesor, una tercera capa por encima de la anterior, Litosfera, de un espesor aproximado a los 1.200 kms. y formada por materiales pétreos y, finalmente, una cuarta capa, la Hidrosfera, -mares, etc.- de un espesor de 3,5 kms.

Envolviendo al planeta existe lo que podíamos llamar una quinta zona, formada de materiales gaseosos en su mayor parte, la Atmósfera, donde el hombre desarrolla sus actividades y donde tiene el O_2 , elemento que le es imprescindible para la vida. La atmósfera se desplaza con la Tierra en sus movimientos, tiene una forma más aplanada en los polos que en el Ecuador y su espesor se evalúa ya desde 1.888 por BOEDDICKER, en unos 300 kms.

En la composición de la atmósfera intervienen una serie de cuerpos gaseosos: O_2 , N, Argón, CO y en menos proporción: Neon, H, Helio e indicios de Xenon y Kripton y además de vapor de agua.

En virtud de la ley de densidades, los cuerpos se van depositando con arreglo a las mismas y en progresión geométrica a la altura, quedándose los más densos en las capas inferiores. Se admite que a 42 kms. ha desaparecido todo el O_2 y que a 60 o 70 Kms. la atmósfera sería de N puro.

Se cree que entre 35 y 40 kms. hay una capa formada exclusivamente por Ozono (O_3), resultando de la acción sobre el O_2 de las reacciones ultravioleta que, a su vez, sería filtro de las mismas.

Por encima de esta capa está la Ionosfera o capa E describiéndose además otras dos, la F y la D, capas en las que se cree se produce la reflexión de las ondas de radio.

En las capas más inferiores, las importantes por el momento desde el punto de vista médico, hay una serie de gases y cuerpos -cloruro sódico, yeso, sulfato sódico-; corpúsculos en suspensión ya estudiados por WIGAND en 1919 polen y pequeñas gotas de agua.

Para el estudio médico aeronáutico se tiende ya a considerar dividida la atmósfera, independientemente de

su composición, en Troposfera, que se extiende hasta los 11.000 o 12.000 metros y Estratosfera, desde este límite hasta arriba.

La capa atmosférica que gravita sobre la Tierra ejerce sobre ella una presión denominada presión atmosférica, evaluada por TORRICELLI en 760 m.m. de Hg. por cm^2 al nivel del mar y a 0°C y cuyo peso es de 1.033 Kg. o una atmósfera.

La presión atmosférica decrece con la altura y así a 30 kms. se ha perdido el 99 % de la presión.

Dentro de la presión cuenta a efectos de la Medicina de altura, la presión parcial de cada uno de los gases.

Otro dato importante es la temperatura de la atmósfera que toma el calor de la irradiación solar directa y de la indirecta reflejada en la tierra. El aire se va enfriando a medida que nos separamos de la tierra, pérdida que supone $0,65^{\circ}\text{C}$ por cada 100 metros de altura, siendo a 6.000 metros la temperatura de -25°C . denominándose la

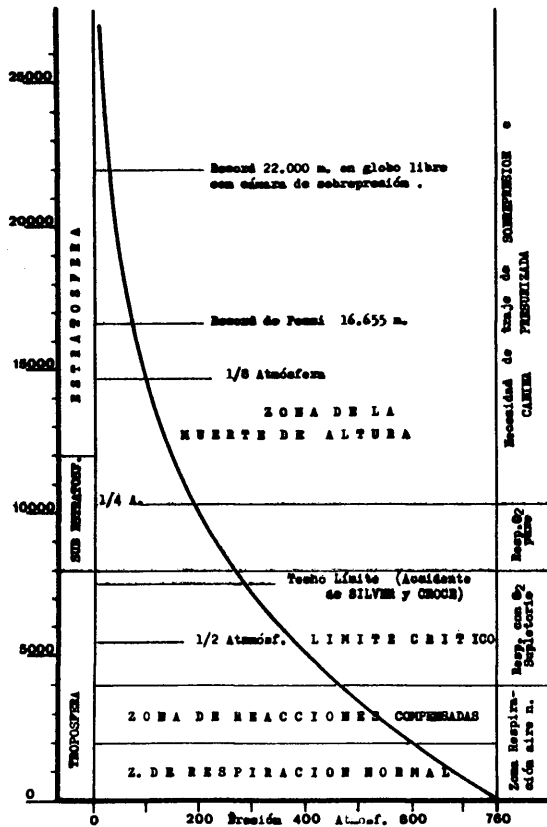
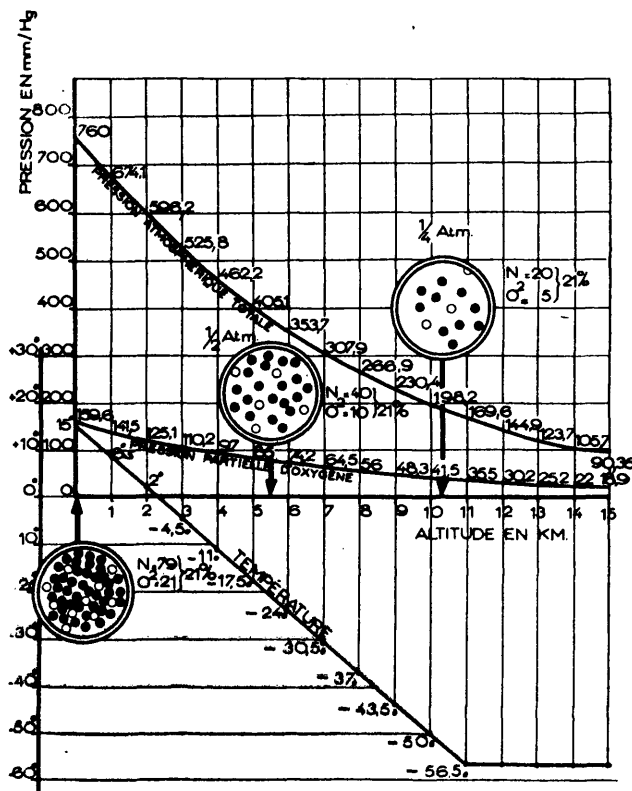


Fig. 32. Representación esquemática de la estratificación atmosférica (G. Cabezas).

capa correspondiente a esta altura "Capa Isoterma". El enfriamiento del aire atmosférico se produce principalmente por enrarecimiento -que disminuye el poder absorbente-, por lejanía del suelo -que disminuye el caldeo-

y porque los gases se expanden a medida que se asciende con lo que se pierde temperatura. Ahora bien, por encima de los límites de la Troposfera -de 11 a 17 kms.- se admite la existencia de una capa de unos dos kilómetros de espesor, designada capa de inversión, en la que la temperatura es constante -de 160° C- y a partir de ésta, la temperatura tiende a aumentar ligeramente. Al mismo tiempo el vapor de agua con el paso a la estratosfera ha desaparecido.



También debe mencionarse la presencia de todas las capas de la atmósfera de radiaciones -luz ultravioleta, infrarrojas, etc.-, y rayos cósmicos hasta los 15.000 metros de altura, a la que desaparecen.

Los rayos cósmicos serían (Nervst) la última fase de la materia. (212)

Fig. 33. Principales características de la atmósfera en función de la altura. (GRAND PIERRE).

2. TRABAJO DEL PILOTO.

El avión rueda en el suelo, despegue, toma una gran velocidad en corto periodo de tiempo, se eleva con ángulo variable, vuela en horizontal, vira, describe figuras diversas en el cielo, pica, aterriza, etc. Todos estos desplazamientos son regulados con precisión por la ac-

ción del piloto sobre sus mandos, actuando con movimientos voluntarios o automáticos, correctamente dosificados y coordinados.

Los movimientos voluntarios son ordenados por los centros nerviosos superiores, consecuentes con la interpretación reflexiva de las percepciones sensoriales, fundamentalmente visuales del tablero de abordó. Las acciones automáticas son el resultado de un largo aprendizaje de impresiones sensoriales.

Factores dependientes del avión, de las modalidades del pilotaje y de la atmósfera, van a incidir sobre el piloto -anoxia, depresión atmosférica, velocidades, aceleraciones, frío, viento, ruidos y vibraciones, falta de visibilidad, movimientos complejos del avión, eventualidad del salto en paracaidas, etc.-, que, por otra parte, según las condiciones de su organismo, reaccionará de manera diferente, lo que hará preciso que el análisis de tolerancia se haga de los distintos factores.

Si bien es cierto que el poder contar con instrumentos de abordó hace que haya perdido su trascendental importancia el llamado "Sentido del aire", no lo es menos que la lectura de interpretación oportuna de las mismas también crea problemas, por lo que el pilotaje necesita de una atención sostenida y difusa con buena percepción visual, buena interpretación mental y conseduentes respuestas motoras adecuadas; en una palabra, menos automatismo pero más importante despliegue de funciones corticales -mayor esfuerzo psíquico y más pronta aparición de fatiga-.

Los conceptos expuestos nos conducen a la comprensión de que los órganos puestos en juego en la realización de los actos motores del pilotaje no exigen de un trabajo dinámico considerable, pero que son numerosos y se mantienen en constante actividad, motivo de la fati-

ga engendrada en los vuelos de larga duración. A esta fatiga del trabajo estático-dinámico se añadirá una fatiga sensitivo-sensorial y una fatiga psíquica que son importante motivo de estudio para el médico aeronáutico. (213).

3. CONCEPTO GENERAL SOBRE LA MEDICINA DEL VUELO DE ALTURA.

En el vuelo de altas cotas van a actuar sobre el organismo, fundamentalmente, dos órdenes de factores del mayor interés:

- a) Las variaciones de la concentración del O_2 del aire, ya sea por falta de acarreo o de aprovechamiento.
- b) Las variaciones de la presión atmosférica -dilataciones de gases con consiguientes molestias locales, desprendimiento de burbujas en sangre, alteraciones de la circulación pulmonar, etc.-

Cabe añadir en un segundo plano de interés, las variaciones de la composición química de la atmósfera, la diferente carga eléctrica, el aumento de radiación, las variaciones de temperatura, etc.

Los fenómenos que han de desarrollarse van a estar íntimamente relacionados con la altura del vuelo, y como exponente del grado de adaptación del organismo, podemos considerar varios estratos, dentro de una escala, pero con diferencias individuales:

Se admite que hasta los 2.000 metros de altura, no se produce alteración orgánica alguna.

De los 2.000 metros a los 4.000 metros, la tolerancia es perfecta y tiene lugar a expensas de fenómenos com-

pensadores.

Pasados los 4.000 metros, las reacciones compensadoras tienden a ser insuficientes y viene de los 7.000 a los 8.000 metros un límite real en el que el esfuerzo orgánico ha sido el máximo y vida se pone en grave riesgo.

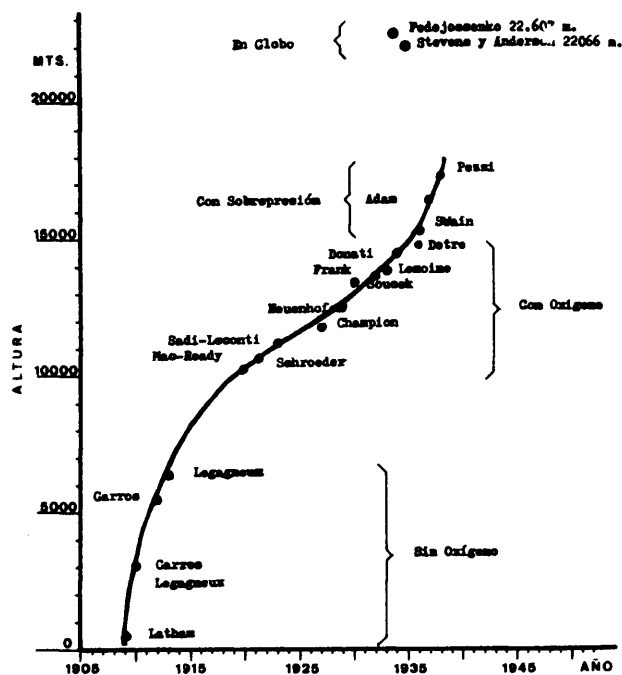


Fig. 34. Records sucesivos de Altitud en avión (Grand Pierre)

Por encima de los 8.000 metros la vida se hace imposible.

La Medicina del vuelo de alta cota, de acuerdo con estos datos empieza, pues, a los 4.000 metros.

La auténtica investigación médico-aeronáutica es la realizada en aviones que vuelan y permanecen a las distintas alturas a estudiar. Al no ser ésto siempre posible

se recurre a procedimientos auxiliares y a sustitutivos, entre los que destaca por su especial interés el "Vuelo Ficticio en Cámara de Baja Presión".

En la Cámara de Baja Presión se puede producir a voluntad depresiones atmosféricas controladas, crear ambiente de temperatura, humedad, etc. un tanto semejante al de las alturas. Son cámaras de vacío progresivo a velocidad graduable que llevan una buena instalación de refrigeración, sistemas de Comunicación adecuados, rayos ultravioleta, etc.

Colaboración muy valiosa es la aportada por el ma-

terial de observación y experimentación recogido en ascensiones y permanencia en altas montañas. Asimismo la conseguida con motivo de ascensiones en aerostatos y la información recogida por globos no tripulados.

También se ha servido la Medicina Aeronáutica de aparatos especiales con los que se puede hacer respirar a voluntad atmósferas pobres en O_2 , antes el saco respiratorio de Douglas, el aparato de Henderson-Pierce, el instrumento de Dreyer, y desde 1938, el metabolímetro de Knipping, muy útil para los aparatos respiratorio y circulatorio. Asimismo, el nuevo espirógrafo de Anthony y Rohland, los aparatos de Haldame y Barcroft para estudiar la naturaleza gaseosa de la sangre y fundamentalmente las tensiones alveolares de los gases. También para el estudio de la saturación en gases de la sangre la célula fotoeléctrica. (214).

4. FISIOPATOLOGIA DEL ORGANISMO EN LOS VUELOS DE ALTA COTA.

RESPIRACION:

La primera alteración orgánica del vuelo de alta cota es el cambio en la frecuencia y forma respiratoria. GALAMINI (1938) observa que los movimientos de giro ocasionan disnea con aumento de la frecuencia respiratoria, a la vez que descenso de las necesidades tisulares de O_2 (215). UGLON y colaboradores (1937), refieren que los ruidos y vibraciones del vuelo ocasionan modificación de la respiración del aviador (216), aparte de la acción cortical, observable incluso por excitaciones auditivas rítmicas (OLUJANSKAJA, 1937) (217).

Las reacciones respiratorias tienen su zona de apa-

rición, no produciéndose ninguna alteración por debajo de los 4.000 metros (SCHUBER, 1935) y sí por encima, apareciendo cianosis cuando la permanencia es superior a una hora a una altura superior a los 5.000 metros. El límite puede descender para algunos individuos y no es susceptible de aumento por entrenamiento o habituación (218).

Una de las primeras manifestaciones son las alteraciones en el ritmo y la frecuencia respiratorias. Ya al colocar al individuo en la Cámara de Baja Presión, se observaría una debilitación respiratoria por influjos psíquicos (TALENTI, 1930), para aumentar a continuación la frecuencia ya a partir de 1.200 metros (SCHNEIDER) (219), (ELLIS y CLARKE) (220) y de 3.700 metros (FLEISCH y BENZINGER). En animales narcotizados parece que el momento se produciría antes (OPITZ y TILMAN), observando también estos dos autores cómo el aumento de respiraciones lleva consigo mayor riqueza de O_2 en sangre, lo que concede a la taquipnea el papel de mecanismo compensador.

A cotas superiores a los 4.000 metros, la taquipnea se sustituye por una respiración periódica ritmo de Cheyne-Stokes (DIRINGSHOFEN), 1933, más evidente en los que vuelan por primera vez (VELHANGER, 1937).

Coincidentemente se observa dilatación de los alveolos pulmonares (MAC FARLAND, 1937) (221) y aumento de la depleción sanguínea pulmonar (JACOBJ, 1924).

El descenso de la presión parcial del O_2 conduce a un aumento del volumen respiratorio, ya manifiesto a partir de los 3.000 metros que iría paralelo a un aumento del volumen minuto pulmonar en individuos con V.M.P. bajo -4 a 5 litros-. Para KLINGELHOFER habría otro grupo con valores basales elevados -12-14 litros- en lo que no se produciría aumento del V.M.P., y otro grupo interme-

dios, afirmando KLINGELHOFER que los individuos de V.M.P., alto resisten más tiempo al colapso de altura.

Consecuentemente con la hiperfunción respiratoria habrá una disminución de los espacios muertos pulmonar y pleural (FLEGER).

El mecanismo íntimo del proceso habría que buscarle en los centros respiratorios y núcleos vagales.

La polipnea con aumento del volumen respiratorio a ser un mecanismo compensador de primer grado que va a determinar mayor eliminación del CO_2 alveolar con consecuente aumento de la tensión de O_2 , y al bajar la tensión de CO_2 en el alveolo lo haría también en la sangre venosa agrandándose la diferencia arterio-venosa y descargándose, en parte, el aparato circulatorio.

Con esto, por otra parte, se ha producido un descenso de la reserva alcalina y consecuente aumento de la capacidad de aprehensión de O_2 por la Hb.

OPITZ y TILMANN (1938), (222) reseñan que en todo vuelo la capacidad de fijación del O_2 está al principio acumulada, y que luego disminuye para bajar aún más después del descenso. La fijación del CO_2 permanecería disminuida desde el principio hasta el final.

El déficit de O_2 parece suficiente para explicar las alteraciones analizadas, pero no se puede menospreciar la importancia que en el proceso puedan tener los productos asfícticos y el propio CO_2 en su acción sobre los centros respiratorios, como ya mostraron HASSELBACH y LINDHARD en 1915 y, sobre todo NIELSEN en 1936, que observa cómo la hipopresión del O_2 en la montaña produce aumento del volumen respiratorio y descenso de CO_2 y de los hidrogeniones sanguíneos.

Queda claro que en las altas cotas hay descenso en

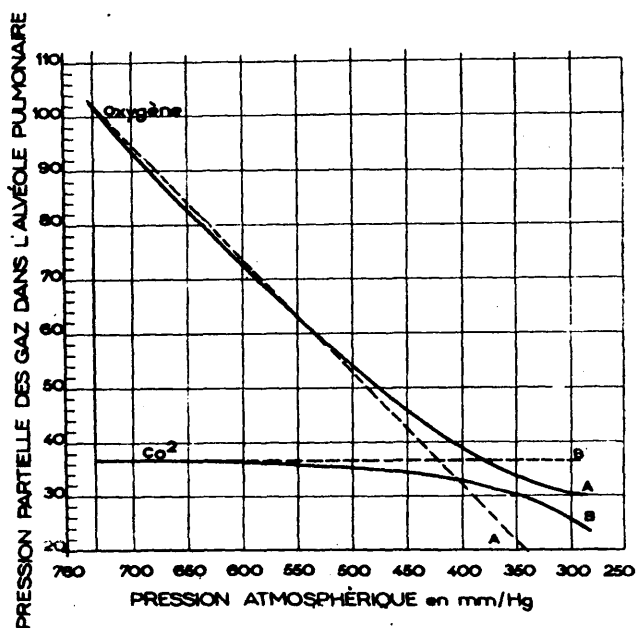


Fig. 35. Curvas representativas de la tensión parcial de los gases alveolares en función de la presión atmosférica.

la absorción del O_2 por su baja tensión, y que éste es uno de los fenómenos más importantes, pero también que el organismo en esta situación de "Hambre de O_2 ", echa mano de los recursos propios, en primer lugar, del descenso compensador del CO_2 con disminución también de su tensión y al faltar éste -que es estimulante del centro respiratorio- hacen su aparición los

disturbios respiratorios. De aquí nace la teoría de la "Acapnia" de MOSSO.

Sería en primer lugar la hipernea la que haría descender el CO_2 alveolar y que consecuentemente descendería el CO_2 sanguíneo con la correspondiente pérdida de ácido carbónico y elevación del pH en sangre. Por la falta de CO_2 se podría llegar a la parada del Centro respiratorio, viniendo la acidosis a agravar el cuadro de la hipocapnia.

MARGARIA dando mezclas de aire con 10 % de CO_2 en alturas de 7.000 metros, obtiene una perfecta respiración.

A partir de 7.000 metros, por no quedar la tensión disponible suficiente para los gases respiratorios, la respiración se hace imposible y sólo con O_2 puro se podría realizar hasta un límite de 14.500 metros, y harían falta cabinas herméticas con tensión artificial de 130 m.m.

de Hg. (MARSHALL) para poder sobrepasar dicho límite de los 14.500 metros de altura.

La respiración tisular interna está asimismo trastornada por la hipoxemia y el mecanismo compensador de los tejidos es disminuir su función para conseguir un ahorro energético. (223)

En cuanto a los transportadores de O₂, se estudió el glutation de los glóbulos rojos y GABBE (1937) observó en conejos y hombres en Cámara de Baja Presión a 6.000 metros cómo cuando aumenta el trabajo de los hematíes, el glutation se eleva en ellos en un 45 %, aumentando en algunos órganos, principalmente en el hígado, pero disminuyendo en los músculos esqueléticos.

El glutation oxidado, según estudios de MALKIN y colaboradores (1936) alcanza en el sujeto normal la cifra de 1,8 mgs. % y la relación de glutation total reducido, sería el índice de los procesos de oxidación, aumentando el oxidado en la anoxemia y también el total, no aumentando, en cambio, el total en el caso de que la anoxia sea debida a una lesión cardiaca oricovalvular. (224).

SANGRE:

Ya EWING y HINSBERG observaron, en 1930 que en la ascensión en las alturas se producía un aumento de sangre circulante, sin duda como mecanismo compensador dado que lleva consigo una mayor aprehensión y transporte de O₂ a los tejidos, aumento que TALENTI cifra, en el año 1937 en más de tres litros, pasando de 6,9 y 7,4 litros a 9,7 y 10,8 litros, cuando el vuelo tiene lugar a alturas superiores a los 5.000 metros. (225)

Durante el ascenso se produciría, primero una hi-

persecución de adrenalina que aumentaría la sangre circulante, aumento al que se sumaría el determinado por la repetida expresión de la sangre de los depósitos sanguíneos: hígado, esplácnico, piel y fundamentalmente bazo.

Coincidiendo que este aumento de volumen sanguíneo se da también un aumento de hematíes circulantes, con lo que se hace aún mayor la superficie de absorción del O_2 , dato éste de la poliglobulia al que se le considera fenómeno reaccional común en los habitantes de alta montaña e incidencia obligada en los vuelos de alta cota. Parece como si la poliglobulia de altura fuera un fenómeno transitorio que cede al poco de desaparecer la causa, y MONACO observa cómo en el animal de experimentación es menor la poliglobulia en sucesivas ascensiones. Se trata de una poliglobulia perniciosa, y todo se produce como si el organismo tendiera a destruir con prisa los glóbulos en exceso, lo que conduciría ante el caso de una reiterada repetición de ascensiones a un estado de anemia y de menor capacidad de resistencia a la altura. (226).

ARMSTRON y HEIN (1938) en animales y APPERLY en observaciones hechas con hombres de montañas comprobarían la desaparición rápida de la poliglobulia. (227).

Por otra parte no sólo se produce un aumento del número de los hematíes, sino también, de su tamaño, estando éste en relación directa con la tensión de CO_2 e indirecta con la del O_2 , fenómeno bien estudiado por ETTORI y GRANGAUD. Según NAEGLI son hematíes menos resistentes que los normales (228).

En el aumento inicial de hematíes no parece intervenir directamente la médula ósea, que entraría en actividad hiperfuncional para reponer las pérdidas de la destrucción, signo de cuya actividad hiperfuncional es la aparición de reticulocitos en sangre vertidos a la mis-

ma por una médula expoleada. Los reticulocitos estarían presentes en sangre algún tiempo después del descenso. (MONACO) (229)

No se evidenciaron variaciones importantes de la V. de S. y según MARKZENSKI, sólo cuando la cifra de hematíes llega a 9.000.000 por m.m.³ aparece una marcada lentitud de la misma. (230)

Se aprecian escasas alteraciones en la serie blanca, sin duda por su falta de participación en la función respiratoria, y los ligeros aumentos detectados en el número de leucocitos con motivo de la permanencia en altas montañas, los atribuye KRUPSKI al ejercicio muscular y, en su opinión, se trataría de una leucocitosis neutrófila (231). LEHMANN, investigando en ratones (232), así como LOEWY y PETERSEN lo que encuentran es un aumento de linfocitos y monocitos (233). MARKZENSKI, dice que en hombre, estudiado en Cámara de Baja Presión, aparece un descenso de linfocitos y monocitos, y que cuando el estudio se hace en el avión, lo que se aprecia es una linfocitosis y un aumento también de las cifras de monocitos. (234).

De gran interés son las alteraciones de la Hb. contenida en los hematíes: en unión reversible con el O_2 , formando Oxihemoglobina, o en forma de Hb. reducida o Carboxihemoglobina. La unión reversible del O_2 con la Hb. depende de gran número de factores, siendo el más importante el de la tensión parcial del O_2 en el aire respirado, el de la "atmósfera privada". La unión del O_2 y el Hb. depende, más bien, de la tensión alveolar del O_2 y, cuando se inscriben en una gráfica los valores de unión de O_2 con la Hb., para los distintos valores tensionales de O_2 en el alveolo pulmonar, obtenemos la curva de disociación de la Hb. Los más importantes estudios de la época a este respecto se deben, sin duda, a BERGROFF a

través de expediciones a altas montañas.

La disminución de la P. barométrica hace que caiga la tensión alveolar del O_2 y con ella la cantidad de Oxihemoglobina.

LUNDSTGAARD observa que la saturación del O_2 de la Hb. en los diversos segmentos del aparato circulatorio -arterias, capilares y venas- tenía forma análoga en las determinaciones hechas a nivel del mar y a 5.000 metros de altura, siendo la única diferencia puramente cuantitativa. (235).

Según observaciones de KOCH y SCHWARZ con la disminución parcial del O_2 tendría lugar un aumento de la capilaridad periférica y con ella la del músculo. (236, 237).

APARATO CARDIOVASCULAR:

Ya en 1919 LUTZ y SCHNEIDER habían observado el aumento de la frecuencia del pulso en sus experiencias en Cámara de Baja Presión con atmósferas en las que la proporción de O_2 está disminuido.

HERBST y MANIGOL (1936) dicen que el aumento de la frecuencia del pulso no es ostensible hasta que no se alcanzan depresiones barométricas de unos 375 m.m. Hg -unos 3.700 metros-. Otros autores contemporáneos opinan que la taquicardia empieza cuando se inicia la elevación, quizá por motivo emocional y que la afirmación de HERBST y MANIGOL podía referirse a que se hace llamativa, lo que no quiere decir que antes no fuera perceptible.

BORGAR trata de eliminar el factor emotivo, experimentando con animales en narcosis en Cámara de Baja Presión, y prueba que la frecuencia pulsátil viene a

ser expresión logarítmica de la bajada de la presión atmosférica. (238) Este hecho fue comprobado en 1936, tanto en expediciones al Himalaya como en la Cámara de Baja Presión por HARTMANN, el cual observa, además, que la taquicardia desencadenada por el esfuerzo es mayor en las grandes alturas que en las bajas cotas.

Existen, por otra parte, diferencias individuales y KERCKHOFF (1936), dedicado al estudio de las mismas, refiere cómo al lado de individuos con evidente respuesta taquicárdica, existen otros que no la experimentan, y que, precisamente estos últimos, se comportan así por carecer de una perfecta regulación y que son los que más pronto van a padecer los síntomas del mal de altura.

STEEH observa que cuando la elevación es más rápida, casi no se modifica la frecuencia pulsátil, y que ha podido advertir que en ascensiones de hasta 10.000 metros en veinte minutos la taquicardia es mínima.

KOCH trabajando con liebres en Cámara de Baja Presión, observa taquicardia hasta la altura de los 10.000 metros, zona crítica en que el pulso se estabiliza ligeramente para luego descender con gran rapidez, se ha producido la "crisis del pulso" no influenciada por la velocidad del ascenso, (239) crisis que, por otra parte, también observa STEEH al llegar a la cota de los 11.000 metros en ascenso rápido.

En cuanto a sus causas se señaló ya por LUTZ y SCHNEIDER, el factor psíquico. La llamada por DIRING-SHOFEN y BELOKOSCHKIN "fiebre del vuelo", con consiguiente taquicardia, refuerza la anterior hipótesis, ya que esta taquicardia, con variación de la presión arterial, sería achacable a la tensión nerviosa y psíquica, propia de toda persona que va a volar, si bien AGGAZZOTTI y colaboradores, en 1919, ya habían afirmado que todos estos fenómenos pasaban cuando el aviador entra dentro del co-

no de acción del viento de la hélice. (240)

Por otra parte, no se ha de olvidar que en la altura, además de la menor concentración de O_2 y de la baja presión, se da la influencia de otros factores (HARTMANN y MURALT), tales como: la luz, rayos ultravioleta, carga eléctrica del aire, etc. (241), y sobre todo, para BARCROFT y MARSHALL, el frío. Tampoco puede ser silenciado ni despreciado el papel compensador de esa taquicardia desencadenada.

Otra incidencia reseñable es la que hace referencia a las variaciones de la presión arterial en la altura, ya apuntadas por MOSSO en 1899 y PETERS y colaboradores en 1913, que vieron cómo con depresiones barométricas de 608 m.m. de Hg. -unos 6.000 metros- la presión arterial máxima pasaba de 120 a 143 m.m. de Hg. DURING, en 1909, observa mayores modificaciones en los viejos y mínimas en los jóvenes.

BAUER aprecia (1926) cómo hipertensos con régimen respiratorio disminuido en O_2 aumentaban considerablemente su hipertensión.

BEYNE hace referencia a elevaciones de la presión arterial de unos 30 m.m. de Hg. con ocasión de vuelos a 5.000 metros de altura, aumento que se reduciría en 10 m.m. al volar en horizontal.

DERINGSHOFEN y BELONOSCHKIN miden, en 1931, con el tonoscilógrafo de PLESCH la presión arterial en el avión y prueban la ventaja del decúbito dorsal, después de la posición de encogido, en la prevención de la visión negra.

ORTIZ y ITILAN miden presiones arteriales en la vena cava y comprueban aumentos de las mismas con motivo de permanencia en la altura. (242)

SCHNEIDER y TRUESDELL investigaron con más de 1.000 individuos a los que hacían respirar durante 25 minutos mezclas con 7 % de O_2 , correspondientes a 3.700 metros de altura y 428 m.m. de Hg. de presión y observaron que no se producían modificaciones tensionales, pero que al reducir más la proporción de O_2 se elevaba la presión arterial máxima sin variar la mínima en el 53,3 % de los sujetos y no sufría alteración en el 46,7 %. Los sujetos del primer grupo serían los más predispuestos al colapso prematura de altura, y los del segundo grupo harían con más facilidad el mal de altura.

Los factores fundamentales de la génesis de los cambios tensionales serían aquí también el descenso de la presión atmosférica y el enrarecimiento progresivo del O_2 con la consiguiente hipoxemia.

Para SCHWARZ (1937) en una primera fase del vuelo predomina el componente de disminución de la presión atmosférica sobre el de la anoxemia, no apreciándose en los primeros cientos de metros elevación de la presión arterial o, incluso, algún descenso (FERRY). Más adelante se acentúa el predominio de la depresión atmosférica, pero al llegar a una altura de unos 7.000 metros, parece como si las curvas se cruzaran y se va estableciendo un predominio del efecto vasodepresor de la anoxemia, apareciendo rápidamente el descenso de la presión arterial, llegando en fase más avanzada al colapso por efecto depresor máximo, tanto de la presión arterial máxima como de la mínima. Asistimos así al fracaso total de los mecanismos reguladores "crisis de presión".

REIN (1931) demuestra cómo el frío motiva aumento en el volumen minuto (V.M.) con aumento de la sangre que pasa por la carótida, intestino, riñón, etc., y WOLKEIN, en el mismo año, que no sólo el frío, sino también la falta de O_2 por sí sola puede motivar dicho aumento y, para él, puede ser el aumento de la sangre circulante el fac-

tor principal en el aumento del V.M. Para RANKE, inter- vendría también, de manera importante, el aumento del tono del centro vasomotor y el ensanchamiento capilar por aumento de la amplitud pulsátil. (243)

KROGH observa cómo la permanencia en la altura ocasiona vasodilatación con aumento del riego de músculos y cerebro, y GANTER observa también en tales circunstancias un aumento de la irrigación en el riñón. (244)

SCHUBERT observa, en la hipopresión, dilatación en el territorio capilar (245), y lo mismo MOPURGO y VANNO- TTI con la respiración de atmósferas pobres en O_2 . (246).

Por otra parte, la carencia de O_2 da lugar a alteraciones de la pared capilar consistentes en aumento de permeabilidad con incremento en el paso del líquido de los vasos a los tejidos, favorecido por la depresión atmosférica (SCHALTERNBRAND).

Al colapso de altura puede llegarse por fallo de una serie de finas regulaciones: efecto hipotensional de anoxemia, alteraciones de los centros vasomotores, alteraciones en el reparto de sangre, modificaciones de la pared capilar, etc., si bien para BUSSEMAKER, la dilatación capilar de la anoxemia es el factor etiológico fundamental.

En cuanto a las alteraciones cardíacas por la altura, ya DASTRE y MORAT, en 1884, habían mencionado la debilidad del corazón por permanencia en la altura y STABULI, en 1910, descrito la hipertrofia del ventrículo izquierdo en los aviadores. HEGER y LEMPER, comprobaban, en 1920, hipertrofia cardíaca en los climas de altura, pero al igual que SPROHL -en observaciones hechas en los Alpes- constatan que la hipertrofia afecta al ventrículo derecho.

Para SCHERVELL la hipertrofia sería debida al ejer-

cercicio muscular y BARCROFT comprueba la persistencia de la hipertrofia durante algún tiempo.

SPYCHER (1931), investigando con hombres en Cámara de Baja Presión, observa antes del colapso dilatación cardíaca y, al producirse el "ataque de altura", achicamiento de la sombra cardíaca.

HEDDAUS (1939), por medio de la radio-quimografía, estudia el colapso del corazón en el colapso de altura, y observa cómo la superficie total del corazón se hace más pequeña mientras hay taquicardia y se conserva en parte la presión, para dilatarse la sombra cardíaca cuando cae la presión bruscamente.

REVIGLIO estudia, en 1934, a un grupo de 60 pilotos y observa aumento de los diámetros cardíacos, especialmente de las cavidades izquierdas.

BARCROFT y SERUGHOLD hicieron por separado exploración cinematográfica, confirmando la dilatación cardíaca a alturas superiores a los 4.000 metros.

Los distintos autores aunque prácticamente de acuerdo con la dilatación cardíaca en la altura, no lo están en cuanto a su mecanismo de producción, mecanismo que no parece estar claro. Se pensó por muchos autores (MARGARIA, TALLENTI, LOEWY, etc.) que la causa fundamental del aumento del corazón sería el aumento de la resistencia ofrecida por la circulación menor y que repercutiría sobre el ventrículo derecho. También ha de verse el aumento de viscosidad de la sangre por la poliglobulia compensadora y efecto del CO_2 , la acidificación de la sangre, y el aumento de la presión en el territorio de la vena cava.

LOEWY y MAYER la atribuyen a alteraciones del tono del vaso.

STRUGHOLD observa cómo la disminución de la concentración de O_2 a un 70-80 % conduce a un aumento del volumen diastólico con ligera variación del sistólico.

WELTZ (1937) observa cómo las alteraciones cardíacas aparecen sin manifestación alguna por parte de la respiración, ni de la circulación periférica, y que carecen de acción sobre ella los tónicos cardíacos.

Parece que lo más importante sea la disminución del O_2 del aire, ya que la dilatación cardíaca aparece cuando la disminución del mismo ha llegado al 60 %

PESCADOR DEL HOYO observa (1940) pilotos que han volado a cotas elevadas sin O_2 y aprecia en ellos un aumento del índice de masa cardíaca en el ortodiagrama, no observable en aquéllos que no sobrepasaron los 4.000 metros o que utilizaron O_2 . El aumento de diámetro lo encontró siempre en las cavidades derechas. Piensa que en la hipoxia aguda se afectaría preferentemente el ventrículo izquierdo y en la hipoxia crónica, el derecho. (247)

SCHULMANN aprecia (1940), en cotas de 10.000 metros en Cámara de Baja Presión, disminución del glucógeno cardíaco al 10 % de las cifras normales, comprobando que esto no se da por debajo de los 7.500 metros. Este descenso sería debido a la anoxemia miocárdica, produciéndose ac. láctico y pudiendo llegar a la parada cardíaca por aumento de hidrogeniones.

En la exploración E.C.G. se observan alteraciones del trazado, debidas a la anoxemia:

PALPI y ROVIGATI encuentran en algunos casos aplanamiento de la onda P después de volar entre 3.000 y 5.400 metros de altura, lo que ya había sido observado en la Cámara de Baja Presión por LIECHTI y TIGGES.

OPITZ y TILLMANN, sistin en en todo ascenso tres

fases y dicen que: en la Primera, la onda P aumenta, pudiendo llegar en el descenso a astillarse o duplicarse, lo que atribuyen a excitación vagal. El intervalo P-Q permanece casi sin variación hasta la fase Segunda en que se acorta ligeramente, lo que coincidiría con la entrada en acción del vago, para en la fase Tercera agrandarse por fuerte excitación vagal, pudiendo llegar al bloqueo. (248).

BOGAR y KOCH (1934) en experiencias en Cámara de Baja Presión, a 7.500 metros, observan disminución del QRS, y KATZ achicamiento del espacio QT, lo que quizá fuera debido a la taquicardia producida. OPITZ pudo comprobar el alargamiento del sístole con la anoxemia, pero sólo cuando se trata de corazones normales, ya que cuando el miocardio tenía, por alguna razón, su función perturbada, lo que se producía era un alargamiento del sístole.

RUHL (1938), aprecia en la altura un aplanamiento de la onda T, y desde los 6.500 metros en adelante un desplazamiento hacia abajo del intervalo S-T. Esta alteración la encuentra con frecuencia en la Segunda derivación y el porcentaje es del 17 % de los sujetos sanos, y del 50 % en las tres derivaciones de los individuos que ya presentaban alguna alteración del espacio S-T en tierra. Esta alteración es para KALTZE más manifiesta en ascensiones repetidas.

Las alteraciones de la onda T y las del espacio S-T coinciden con las halladas en la clínica cardiológica en enfermos con hipoxemia miocárdica -infarto, esclerosis coronaria, angor-, y la patogenia en uno y otro caso estaría en el fracaso del aporte -deficiente riego coronario- o en el de la oferta de O_2 (249).

Afirman MC FARLAND y EDWARDS que salvó en casos extremos en los que se da un fracaso de todos los mecanis-

mos reguladores, no se producen insuficiencias cardiovascularas notorias en corazones sanos, pero sí en cardiópatas en los que el peligro comienza desde el inicio de la ascensión. (250).

SISTEMA NERVIOSO:

Ya en 1920, relata BIRLEY en una Comunicación al "Medical Research Council", el hecho de que un piloto se había elevado a 6.000 metros en un "Bristol" de bombardeo y encontrado de improviso encima de una escuadrilla de caza enemiga, no sintió miedo alguno, y es más, les hacía insistentes señales aludiendo a muestras de protestas de sus compañeros situados más abajo.

FLACK, en 1930, relata el hecho de otro aviador que volviendo a gran altura es atacado por una escuadrilla enemiga y en vez de defenderse les hace señales con las manos sin mostrar preocupación alguna, ni hacer nada por situar convenientemente el blindaje. (251).

Estos y otros relatos son indicativos de importantes alteraciones psíquicas observadas en atmósferas de hipopresión y pobre en O₂. FLACK describe auténticos cuadros de borrachera alcohólica, y BARACH y Mc. FARLAND de disminución del poder de concentración con profundo desprecio de la vida y ausencia de miedo, sin duda expresión de una deficiente capacidad de raciocinio. Frecuentemente se observa también en la altura una intensa somnolencia.

ATLER, en 1934, dice que los individuos normales en la permanencia en altas cotas reaccionan: o bien con marcada tranquilidad psíquica y palidez, o con excitación psíquica, más o menos acentuada, y temblor. Los primeros, según su creencia, serían más fáciles presa del colapso prematuro de altura.

BARACH, trabajando con perros (1937) en Cámara de Baja Presión, observa en los mismos una marcada dificultad de concentración.

WESPI (1936) y LEEDHAN (1938) estudian el comportamiento mental del hombre que permanece en altas cotas o respira atmósferas con pobre contenido en O_2 . Para WESPI lo más llamativo es la lentitud de reacciones, la más simple percepción está disminuida, la asociación de ideas alterada así como la memoria de identificación, disminuyendo la irritabilidad.

SAMTER en 1938 observa en estudios en Cámara de Baja Presión, a alturas ficticias de 5.000 metros, trastornos de percepción visual y retardo de los tiempos de reacción ante estímulos auditivos y visuales.

Analizando las modalidades de respuesta individual WESPI distingue un primer grupo de respuestas en el que incluye los sujetos con alteraciones en el sistema que denomina "psique diferencial" -función animal- y en los que se dan cambios de concentración, asociación y alteración de los mecanismos reflejos. En el segundo grupo, aquellos a los que caracterizan las alteraciones del S.N.V., cuya más grave consecuencia sería la entrada en síncope grave a determinada altura.

Se ha podido precisar en experiencias en Cámara de Baja Presión la marcada influencia de la velocidad de ascenso, y pudo verse que cuanto más lentamente se asciende, tanto más tarde aparecen los fenómenos. A una velocidad de ascenso de 500 metros/minuto aparece entre los 4.000 y 5.000 metros una marcada intranquilidad y euforia, para más tarde pasar a la lentitud de movimientos, cansancio y, posteriormente bostezo y sueño.

NICHOLSEN y THOMPSON observan con depresiones correspondientes a 4.000 o 5.000 metros en Cámara de Baja Pre-

sión y en estancia en tales condiciones por espacio de de cuatro horas; una violenta cefalea, mareo, vómitos, bradicardia e, incluso, pérdida de conocimiento. Atribuyen tales disturbios a un posible aumento de la presión del líquido céfalorraquíneo. (252).

LOTTIG propone, en 1937 pruebas de escritura a diferentes alturas, y RUFF y STRUGHOLD advierten que la escritura se hace temblona e ilegible a cotas por encima de los 7.000 metros. Piensan que se determina una liberación del neoestriado, quedando libres los reflejos inferiores tálamo-palidales, si bien no puede negarse la influencia del temblor fino de los dedos. (253).

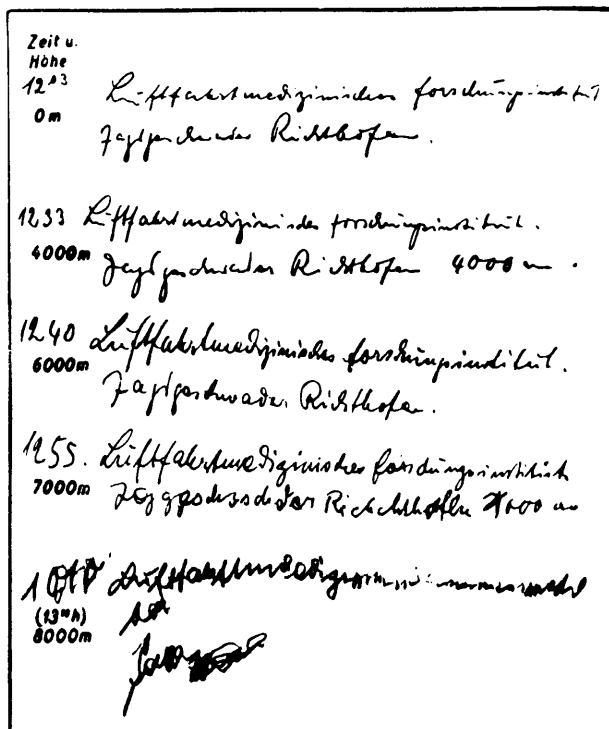


Fig. 36. Pruebas en la escritura en las distintas alturas. (Ruff-Strughold).

velocidad de ascenso de 500 metros por minuto. Comprueba STEHLEN que, tanto los reflejos estáticos como los estatocinéticos son abolidos en las altas cotas, entre los 7.000 y 10.000 metros.

El tono muscular se altera llegando en las fases avanzadas a la hipertonia local y el clonus, y ya SCHROTER y FLEMING habían apreciado, en ascensos en globo, que

MAGNUS, en 1924, había ya descrito los reflejos estáticos y estatocinéticos, que son en 1939 magníficamente estudiados por STEHLEN en condiciones de hipoxia. El estudio lo realiza en palomas y conejos -para soslayar influencias cerebrales- valiéndose de la Cámara de Baja Presión a una

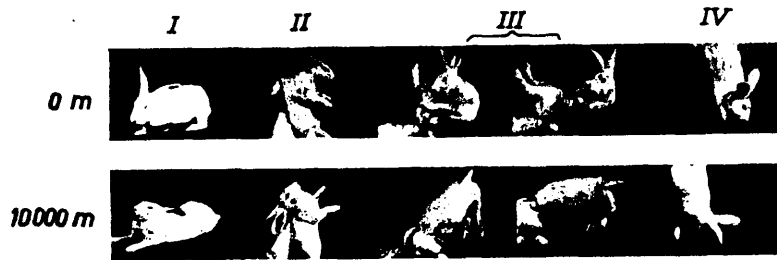


Fig. 37. Desaparición de los reflejos posturales del conejo a los 10.000 mts. (posición de la cabeza con relación al cuerpo). (Ruff-Strghold, tomado de Stehfen)

a alturas de 7.000 a 8.000 metros aparecen espasmos musculares y trismus. Entre los fenómenos de contrac-



Fig. 38. Calambre de la mano "mano de comadrón", durante colapso a 6.000 metros de altura en cámara de ensayo. (Strughold-Ruff).

tura más clásicamente observados, destaca la "mano de comadrón" descrita por RUFF y STRUGHOLD. (254)

En cuanto a los reflejos clónicos, se distingue en una primera fase del ascenso, una debilitación de los mismos "fase de ahorro" de TREUTLER, para entre los 5.000 y 6.000 metros exaltarse y llegar a una zona crítica que conduce a la fase convulsiva.

STRUGHOLD describe la sensación de falta de luz en altas cotas, que interpreta, al igual que el embotamiento del oído y la desaparición del gusto y el olfato como signos de evidente hipofunción cerebral. (255)

Se cree que el factor etiológico fundamental sea

la carencia de O_2 , que por sí desencadenaría un aumento de la presión del líquido céfalorraquídeo por mayor aflujo cerebral y vasodilatación (Mc. FARLAND y DILL) (256), además el frío jugaría un papel importante (ARMSTRONG) (257), sin que se puedan desprestigiar la influencia de factores psíquicos (PORTER) (258).

ORGANOS DE LOS SENTIDOS:

Ya KOSCHEL, en 1920, hablaría de la disminución de las percepciones sensitivas en las altas cotas, coincidiendo con otros autores de la época en que tal disminución se hace significativa a partir de los 5.000 metros.

STRUGHOLD en experiencias a alturas de 5.500 a 6.400 metros, practicadas en los años 1929 y 1930, comprueba una evidente disminución de la sensibilidad táctil. HARTMANN llega, en 1933, a la misma conclusión respecto al sentido de presión trabajando en Cámara de Baja Presión a alturas entre 6.000 y 7.000 metros. (259)

KOSTISCH, en 1958, experimenta la sensibilidad profunda, también en Cámara de Baja Presión y observa cómo, a partir de los 5.000 metros, se pierde la sensación de percepción de los movimientos articulares. Esta sería la causa de las alteraciones de la escritura y de las dificultades de la percepción de las "fuerzas del vuelo" (aceleraciones).

En cuanto a las perturbaciones del gusto y del olfato, ya HINGSTON, en 1924, con motivo de ascensiones al Himalaya apreció que, a cotas de 6.000 metros, faltaba el gusto y el olfato que se recobraban al descender a los 5.000 metros. STRUGHOLD pudo constatar, en 1937, en experiencias en Cámara de Baja Presión, cómo a alturas ficticias superiores a los 6.000 metros existía clara dificultad para poder diferenciar los olores de gasolina y alcohol. (260).

En cuanto a la percepción visual ya era conocido el hecho de la sensación de oscurecimiento que se apreciaba a medida que se asciende por encima de los 4.000 metros, ya sea en vuelo real o ficticio, y RUFF y STRUGHOLD dicen que a medida que se asciende se recibe la impresión de que una ventana se va abriendo a la luz. (261)

Ya en 1918 WILNER y BERENS señalaría la disminución de la agudeza visual con motivo de vuelos a cotas superiores a los 4.000 metros, ideas que sería comprobadas por BERGER y BOGE en 1937. Estos trastornos sería para FURUGA más acentuados en los simpácticotónicos.

STARKIEWICZ dice que es evidente dicha disminución de agudeza visual en la altura, pero que después de prácticas acrobáticas dicha agudeza visual aumentaría ligeramente.

BATENKO y BELOSTOCHIJ, experimentando en Cámara de Baja Presión, en 1938, aprecian que la extensión del punto ciego de la retina aumenta en las altas cotas, para normalizarse por la inhalación de O_2 , y ya en 1933, GOLDMAN y SCHUBERT habían advertido cegueras transitorias del campo nasal que serían comprobadas, si bien con diferencias de matices dos años más tarde por KYRIELEIS y SIEGERT.

Trabajos de KYRIELEIS hacen referencia a alteraciones en la percepción de colores. VELHAGEN (1936) hace también mención de las alteraciones de la visión cromática que estudia en Cámara de Baja Presión y describe ceguera para algunos de los colores, nominando el defecto "astenopia hipoxémica de la altûra". SCHMEIDT repite, en 1938, las experiencias de VELHAGEN en Cámara de Baja Presión a 6.000 metros, observando a 44 individuos de los que 34 tienen una visión coloreada normal y 10 anormal, encontrando entre los normales algunas alteraciones de percepción de colores desde los 3.000 metros con au-

mento progresivo con el ascenso a cotas más altas; aquellos que ya tenían alteraciones, éstas se les acentuarían.

La llamada por VELHAGEN "astenopia hipoxémica" no es admitida por los autores de la época como entidad nosológica, pero es evidente, sin embargo, la aparición de alteraciones de la percepción cromática, nuevas o de agravación de las existentes, más manifiestas, según WISCH-ENEWSKY y ZYRLIN, por parte del azul o del verde, que aparecen con tonalidad disminuida.

Se estudia también la adaptación del ojo a la oscuridad ante la disminución de la presión parcial del O_2 , comprobándose una clara lentitud de tal respuesta, destacando a tal respecto, los estudios de FERRE y RAND (1927 los de GEMELLI de 1938, los de FISCHER y JOMBLOED, los de BUNGE y, finalmente, los de CLAMANN, que repite los trabajos de los autores anteriores, estudiando además el proceso de recuperación después del deslumbramiento. Observa CLAMANN disminución de la sensibilidad binocular y acortamiento de las diferencias entre las visiones binocular y monocular a causa de la altura. (262) Todas las alteraciones se aprecian siempre por encima de los 4.000 metros y las que sufre la retina están relacionadas con las observadas en las arterias retinianas por EWANS y Mc. FARLAND, en 1938, los que, por otra parte, meses después describen alteraciones del nervio óptico, comprobadas por Mc. DONALL y ADLER.

URY y GELLHORN (1938-1939) aprecian en estudios en Cámara de Baja Presión a altas depresiones, un gran enlentecimiento de la respuesta refleja pupilar a la luz, sin relación con el sistema simpático, que retornaría a la normalidad al proporcionar a los individuos una atmósfera rica en O_2 .

Se apreciaron asimismo por el vuelo de altura heteroforias y WLADISLAWPOL a altura simulada de 6.000 metros

observa, primero, una esoforia. Este hecho sería corroborado por VELHAGEN, el cual piensa que todo sería debido a alteraciones en el tono del centro de convergencia que poco a poco se va debilitando.

En cuanto al sentido del oído, independientemente de las molestias dolorosas, producidas por diferencias de presión del aire contenido en la caja del tímpano que encuentra dificultad para equilibrar sus presiones, por ascensos o descensos muy rápidos o por impedimentos en la ventilación de la trompa, y que ya fueran referidas en las primeras ascensiones en globo (CHARLES, PILATRE Y ROZIE) y descritas por PAUL BERT, ARMSTRONG y HEIN, FOWLER, WRIGHT, STEWART, DICKSON, etc., cabe señalar las alteraciones de la percepción auditiva que ya apuntadas por GLISHER en 1862 con motivo de su ascensión en globo a 29.000 piés, fueron especialmente descritas por HARTMANN en 1936, que señala una disminución del límite superior de la audición observada en sus estudios en Cámara de Baja Presión. (263).

RUFF y STRUGHOLD comprueban asimismo dicha disminución de percepción auditiva que observan ya a partir de una altura de 4.000 a 5.000 metros (264).

El laberinto posterior también es afectado por la hipopresión y WULFFTEN-PALTHE, en 1926, ya decía que el laberinto se deja influencia por las variaciones de la presión barométrica dando lugar a un cuadro de náuseas y trastornos de coordinación. Para SIKORSKI (1938) claros estados de hiperexcitabilidad aparecen sólo a partir de los 6.000 metros en un 40 % de los pilotos examinados manifestándose por un cuadro de mareos, náuseas, palidez e intranquilidad. Dice que, no obstante, es fácil en la mayor parte de los que así responden, el demostrar por una minuciosa exploración, ciertas alteraciones de la reflectividad vestibular con participación clara del Sistema Neurovegetativo. (265)

APARATO DIGESTIVO:

En los vuelos de altura, el aparato digestivo sufre también alteraciones, tanto en su función motora como glandular.

A causa de la hipopresión de la altura los gases del estómago e intestino experimentan una dilatación. GILLERT, en 1933, dice que a 5.000 metros el volumen de dichos gases es el doble del normal. JONBLOED, en 1935, describe coincidentemente con la altura, molestias de aerofagia y eructos, señalando que por encima de los 10.000 metros llegan a producirse cólicos intestinales y gástricos que también fueron descritos por ANDREIEW y TROPHIMOUX en 1936. De acuerdo con la Ley de Boyle-Mariot, a 11.000 metros el volumen del más llegaría a ser cinco veces mayor.

KRESTOVNIKOV, en 1938, recoge observaciones de alta montaña, referentes a sujetos que permanecen a alturas de 3.600 a 4.000 metros y comprueba una disminución secretora de las glándulas salivales.

En el mismo año de 1938, PIECKETT y LIERRE, estudian la secreción gástrica en perros con estómago de Pavlov, encontrando un descenso de la cantidad de CLH libre y combinado, así como de la cantidad total de secreción.

KRAJEWSKI comprueba con perros en Cámara de Baja Presión el descenso de secreción gástrica a alturas de 4.000 a 5.000 metros y observa que la secreción se normaliza con el suministro de O_2 , pero que cuando el ascenso fue hasta 7.000 metros, la administración de O_2 no es suficiente para recuperar el ritmo normal de secreción, la solución es dar mezclas de CO_2 y O_2 (10 % de CO_2) con lo que se combate la acapnia y de rechazo la alcalosis consecuente.

Observa asimismo KRAJEWSKI la disminución de la absorción gástrica, así como de la intestinal, llegando a la misma conclusión NORTHROP, LIERE y SLEETH en 1938, trabajando con perros en Cámara de Baja Presión en el estudio de la absorción de soluciones glucosadas. (266).

R I Ñ O N:

Ya en 1920 FERRY cita alteraciones en la secreción urinaria relacionadas con el vuelo de altura y menciona la teoría de GUILLERMARD y MOOG de que la permanencia a cotas de 3.500 metros originaría una intoxicación del organismo que primero se manifestaría por déficit de secreción urinaria, para a alturas superiores en que la intoxicación iba llegando al máximo tolerable ir hacia una descarga urinaria abundante, semejante a la de las crisis poliúricas de las enfermedades infecciosas. Para FERRY estas alteraciones estarían relacionadas con el número de tomas del avión y sobre todo, con la velocidad de ascenso o descenso. (267)

El aumento de volumen de orina es también comprobado en 1932 por DERAMOND.

Supusieron GUILLEMARD y MOOG que el aumento se debía a fatiga muscular, pero SOUBIES lo encuentra en aeronautas no fatigados y se piensa en los fenómenos vasculares y en los trastornos del reparto sanguíneo. (268)

ALIOTA aprecia en la orina descenso de sales amoniacales y de fosfatos (269), lo que iría, según estudios de DERAMOND, acompañado de retención de cloruros, aumento de ácido úrico, y de bases alcalinas (270), no encontrándose, según estudios de KOLPAKOW (1936) alteraciones del N residual.

REIN (1931) afirma que el frío, que produce aumen-

to del volumen minuto y de la cantidad de sangre que circula por la carótida y el riñón, explicaría el aumento de la diuresis del vuelo de altas cotas. (271)

EQUILIBRIO ACIDO-BASE:

Observaciones hechas por BARCROFT en 1914 y por FRITZ en 1926, respecto a que la altura en que se vivía intervenía en la cuantía del pH, hicieron pensar en la posibilidad de cambios en el contenido electrolítico de la sangre con la depresión atmosférica.

BEYNE, en 1932, comprueba que la reserva alcalina disminuye en los vuelos de alta cota, y LOEWY lo confirma en el mismo año en la montaña y en experiencias realizadas en Cámara de Baja Presión. (272).

El americano APPERLY en 1938 y el argentino D'OLIVEIRA en 1939, detectan el descenso de la reserva alcalina en la permanencia en las montañas, en la cuantía de un 3 a un 8 % a 3.500 metros y hasta de un 16 % a alturas de 4.350 metros. Repitiendo experimentos de MOSSO, DILL, EDWARDS y HEIM utilizaron a cuatro individuos a los que daban a respirar O_2 a concentraciones progresivamente menores hasta llegar a tensiones de O_2 de 90 m.m. de Hg. que corresponden a una altura de 4.500 metros. Estudiaron tensiones alveolares de los gases, hicieron determinaciones en sangre arterial de O_2 , CO_2 pH y reserva alcalina.

El resumen del resultado de las experiencias realizadas se puede plasmar en dos conclusiones: aumento del pH, es decir, mayor alcalinidad, y descenso de los bicarbonatos del plasma. (273).

En este sentido se pronuncia SINGER que afirma observar una gran eliminación de bases por la orina, lo que

tendría para DURIG un carácter compensador. La gran cantidad de CO_2 eliminado, produciría exceso de bases que sobran y han de ser, asimismo, expulsadas.

Pronto se toma conciencia de que las cosas cambian según la velocidad de la ascensión y, así, GOEBEL y MILLER (1929) investigando en perros en Cámara de Baja Presión a los que hacen alcanzar 20.000 metros, en 10 o 15 segundos y mantienen a dicha altura durante 30 a 60 segundos, observan cómo lo que se ha producido es una acidosis descendiendo el pH de 7,37 de antes del comienzo de la prueba a 7,26 al salir de la Cámara de Baja Presión una vez terminada la experiencia. Los álcalis habían bajado de 40,4 a 29,9. Todo se produce como si la rapidez del ascenso impidiera que entraran en juego los mecanismos compensadores determinantes de la alcalosis hasta entonces aceptada sin reservas.

Por otra parte, WLADIMIROV, en 1938, determina el pH en larga permanencia en alta montaña a alturas de 3.000 a 5.600 metros y comprueba que al principio hay una decantación hacia el lado alcalino con descenso de los bicarbonatos del plasma, pero que más adelante el pH se normaliza y hasta va a la acidosis, observando neutropenia y aumento de K.

Para RUFF está evidentemente claro (1937) que en la permanencia en alturas de 4.000 metros se suceden las siguientes alteraciones del equilibrio ácido-base:

- 1º. pH alcalino.
- 2º. Descenso de los bicarbonatos del plasma.
- 3º. Vuelta a la normalidad del pH e, incluso, desviación hacia el lado ácido.
- 4º. Acidosis franca.

De momento la aparición de los distintos estados está claramente relacionada con la altura y tiempo de per-

nencia, siempre en función (APPERLY) de la aparición de alteraciones respiratorias.

Para INGRAHAN los trastornos de las oxidaciones tisulares serían los únicos causantes del primer estadio de alcalosis; si bien, se describen otros factores coadyuvantes (radiaciones, ionización, etc.)

Queda como principal factor etiopatogénico las alteraciones sufridas por la respiración pulmonar y tisular, y sería la pérdida de valencias ácidas por la hiperventilación la que conduciría a la alcalosis con eliminación de bases sobrantes por orina (DURIG) (274) Por mecanismo compensador o alteración metabólica, esencialmente hidrocarbonada, se produciría aumento de producción de ácidos. Por cese de los fenómenos de hiperventilación pulmonar se iría a la acidosis, eliminándose el exceso de ácidos por orina, desciende el pH de la orina y comienza la eliminación del ácido B-oxibutírico en forma de oxibutirato sódico, y el radical Cl sobrante se une con el amoníaco, eliminándose por el riñón en forma de ClNH_4 .

Ahora bien, pronto se pondría de manifiesto que la perturbación del pH puede traer consigo importantes problemas con ocasión de los vuelos de altura:

- a) Alteración del reparto de agua que determinaría variaciones en la regulación térmica, ya puestas de manifiesto por GIAJA en 1936 (275).
- b) En la sangre se produce policitemia, con aumento del tamaño de los hematíes.
- c) La reacción ácida de la sangre sería causante (AHLGREN) de alteraciones cardíacas en la respiración de atmósferas pobres en O_2
- d) El descenso de Ca en sangre, estudiado princi-

palmente por HOLMQUIST en 1934, puede dar lugar a convulsiones o, incluso, a un cuadro tetanoideo.

También se observan interesantes fenómenos compensadores no perjudiciales para el normal funcionamiento del organismo. GOEBEL y MARCZEWSKI ven el efecto beneficioso de la acidosis, base en la que desciende el déficit de O_2 en la sangre arterial, con aumento de la capacidad de fijación del O_2 por la sangre. CHRISTENSEN y SMIDT, observan que, en la acidosis, se precisa menor tensión de O_2 para la tolerancia de la altura. La aquilia, descrita por JIMENEZ DIAZ, MOGENA y LOPEZ FERNANDEZ y, posteriormente comprobada por WARREN, es de carácter funcional y puramente compensadora.

El descenso de la capacidad de trabajo en la acidosis es al fin un resorte defensivo (LOEWY, DENNIG, RUHL, REIN y otros).

El organismo pone en juego el mecanismo renal de eliminación de ClH_4 , con lo que perderá radicales ácidos, compensando la falta de reserva alcalina; es fundamental para el organismo huir de la fase acidótica y evitar pérdidas importantes de Na y salida de K celular. (276)

Las opiniones de D'OLIVEIRA y ROSIGNOLI (1939) respecto a la conveniencia de dar alcalis abundantes y alimentación vegetariana al piloto de altas cotas, no son compartidas por los autores de la época (peligro de alcalosis acentuada, de exceso de gases, etc.) La terapéutica de las alteraciones de pH en el vuelo de altura ha de limitarse a la respiración de O_2 solo o adicionado con CO_2 (RUHL). (277)

METABOLISMO:

Los procesos metabólicos pueden verse trastornados por el sólo hecho de las variaciones de la presión atmosférica en acción sobre las membranas, ya descrita en 1933 por SHALTEBRAD, pero además, viene a añadirse la carencia de O_2 y la influencia indirecta de otros factores (psicógenos, hormonales, etc.)

REIN, en 1938, destaca el papel de los metabolitos en la regulación del reparto sanguíneo (fenómenos de vasomotilidad, etc.) Para RUHL, por encima de los 5.000 metros, tiene lugar una elevación de los cambios tisulares, que llega a ser de un 15 a un 30 % sobre los cambios en reposo.

Ya GUILLERT, en 1931, se da cuenta de que la administración de glucosa a los aeronautas facilitaba su permanencia en las altas cotas. HOLMQUIST, en 1934, señala el aumento de hasta un 33 % de la glucemia en la permanencia en grandes alturas. ANTHONY y ATMER, en 1936, trabajando con seres humanos en Cámara de Baja Presión hasta llegarles a desencadenar el mal de altura, observa, al principio, una elevación de la glucemia para detectar al final una caída de la misma. Habría, para él, una "zona crítica". GOEBEL y MILLER (1939) hacen referencia a lo poco que influye la velocidad de ascenso en el desencadenamiento de la hiperglucemia, y SCHMITZ, a las grandes variaciones personales.

WLADIMIROV encuentra aumento de ácido láctico en estudios de permanencia en alta montaña, de 3.000 a 5.600 metros, y RUHL (278) comprueba la existencia de un aumento de la lactacidemia, pareja con la disminución de la reserva alcalina, en sus estudios en Cámara de Baja Presión.

Si se tiene en cuenta que la movilización del glucógeno hepático conduce a hiperglucemia, y que el desdoblamiento del glucógeno muscular se traduce en hiperlactacidemia, cabe pensar que el faltar el O_2 al depósito hepático se determinaría elevación de la glucemia.

Por otra parte, el aumento de la adrenalina en altas cotas provocaría un aumento de la glucemia; para ANTHONY, sería el principal responsable de la hiperglucemia, con el agravante de que actúa sobre un hígado expoleado por la falta de O_2 . Dicha adrenalina movilizaría los depósitos del hígado, pero también los de los músculos, con lo que tendría lugar un aumento de la cifra de lactacidemia. Cuando la permanencia en la altura es prolongada, sería el resultado, una acentuada hiperlactacidemia.

GLICKMAN y GELLHORN, en 1938, trabajando con ratas en Cámara de Baja Presión, ven cómo el animal resiste mucho menos a la acción hiperglucemiante de la insulina y se produce un shock mucho más intenso.

GIAJA observa que la carencia de O_2 disminuye la acción dinámico-específica de las proteínas (279) RUPSKI y colaboradores, observando alpinistas observan disminución del N sanguíneo y aumento del N en orina, como si se activase el metabolismo protéico en la altura desintegrándose las albúminas.

PARA MURATA (1938) la expresión más genuína del trastorno metabólico protéico en las altas cotas, es la aparición de cistina en la orina, como si la fundamental alteración del metabolismo protéico se encontrase centrada en los aminoácidos azufrados. KEMPNER cree que cuando la tensión de O_2 cae considerablemente la desaminación de la d-l-alanina, d-l valina y d-l lisina, se paraliza, pudiendo ir a una acidosis urémica.

GABBE pone de manifiesto que en las atmósferas pobres en O_2 se produce una descarga del glutathion que puede llegar a proporciones del doble de las cifras normales. MALOWAN y SANTAVY (280), constatan el aumento de las cifras de glutathion en el hígado, y MATHON en sangre. Sólo en el bazo descende el contenido de glutathion en la altura (SANTAVY).

Para VANNOTTI y MARKWALDER (1939) habría aumento de eliminación de porfirinas en la altura, y ELIAS y KAUTNITZ (1933), en Cámara de Baja Presión y FERRY, anteriormente, en vuelo, habían observado aumento del N residual sanguíneo. (281).

Parece (PESCADOR) que en caso de agotarse la glucosa de los depósitos, tenga lugar, en virtud del reflejo de WERTHEIMER, una movilización de las grasas con aumento de la lipemia. Esto sería lo que en su sentir ocurriría en caso de anoxemia acentuada (282)

Las oxidaciones anormales por carencia de O_2 producen ácido B-oxibutírico con cetogenesis paralela (WLA-DIMIROV) (1938) y, según Mc. LACHLAN (1939), el descenso de la lipemia se haría a expensas de las grasas neutras. (283).

Los cambios del metabolismo mineral en la altura parece están en relación con las alteraciones que sufre el metabolismo ácido-base, retención de Cl descrito por ALLIOTA y alteraciones del Na, estudiadas por SCHMIDT y FRIGGE (1939).

GORALEWSKI, en Cámara de Baja Presión, observa, con carencia de O_2 pero con presión barométrica normal, descenso de la calcemia que se acentúa cuando se bajan las presiones. Este descenso de calcio en sangre sería, para PESCADOR, responsable de la "mano de comadrón" descrita por RUFF y STRUGHOLD. (284, 285).

CORELOV (1939) observa, en estados comatosos, aumento de K y Ph, coincidiendo con proporciones fisiológicas de Ca y Na.

TRABAJO MUSCULAR:

MARGARIA en 1930, estudiando el comportamiento del hombre en alta montaña, y HARTMANN en 1936, trabajando en Cámara de Baja Presión a 4.000 metros, comprobaron una clara reducción de la fuerza muscular y un gran cansancio al menor movimiento.

Dice RUHL (1938) que el organismo se comporta en alta cota ante el ejercicio como si se tratase de un enfermo afecto de cardiopatía descompensada. El ácido láctico y la glucemia están aumentados y el trabajo muscular en estas condiciones se hace ineconómicamente.

Habría un aumento del débito de O_2 (MARGARIA, RUHL ZAEFER y otros), coincidente con un aparente aumento de consumo para HERXHEIMER y HEYMANN o con una menor necesidad, según el sentir de RUHL, SCHNEIDER, CLARK y otros.

KUSTEN (1938), cree que la repercusión más importante del trabajo muscular es la que incide sobre el V.M.P., y CRISTENSEN y FARBER (1937) afirman que las necesidades de O_2 por el trabajo muscular en altas cotas, están determinadas por el tipo respiratorio y que la tolerancia a la altura, vendría dada por el aparato respiratorio y no por el corazón.

La acidosis (DENNIG, 1937) hace disminuir la capacidad para el trabajo, que mejora en estado de alcalosis.

FENOMENOS POSTURALES REACTIVOS:

MATEEFF y SCHWARZ estudian, en 1935, los fenómenos del colapso ortostático en atmósferas pobres en O_2 , en Cámara de Baja Presión a alturas ficticias de 5.000 metros. Observan que, pasados 10 o 15 minutos, se produce un descenso pantensional, estado que califican de "excitación asfíctica del vago".

TRIFONOV (en 1938), estudiando en soldados de tropa de alta montaña, a 5.300 metros, observa fenómenos de ortoposición: unas veces palidez, vómitos, taquicardia, mareos, y otras, más bien debilidad general, malestar e intensa cefalea y en todos, fundamentalmente modificaciones de la tensión arterial.

La repercusión del ortostatismo es poco perceptible en el E.C.G. en condiciones normales, pero en Cámara de Baja Presión, con atmósferas pobres en O_2 observa DOETSCH (1938) la aparición de ondas T coronarias, observadas, asimismo, por SCHAFER en 1939.

PESCADOR, comparando lo que sucede en el E.C.G. en caso de carencia de O_2 con lo observado en ortostatismo, dice que, en ambas situaciones se ponen de manifiesto alteraciones, referentes a la altura de los accidentes y forma de la onda T.

Tiene esto más importancia si pensamos que los fenómenos de ortostatismo van a verse imbricados con los consecuentes a la carencia de O_2 , siendo importante evaluar aquéllos para poder tomar conciencia de la posible capacidad para soportar las situaciones de hipopresión propias del vuelo. (286)

SCHLOMKA y RIENDELL no conceden importancia al aplanamiento de los accidentes en ortoposición, pero

no así las alteraciones del espacio S-T o de la onda T que aparece inmediatamente del paso a la ortoposición y que duran sólo unos segundos.

Por otra parte insisten en el interés de la exploración del ortostatismo en la selección de pilotos, teniendo en cuenta que dichas alteraciones del segmento S-T aparecen, sin las contingencias de anoxia e hipopresión, en portadores de cardiopatías y en atletas sobrepasados de entrenamiento.

5. RESISTENCIA A LA ALTURA Y LIMITES FISIOLÓGICOS DE LA MISMA:

En las distintas condiciones en que se realicen los vuelos se da siempre una limitación de altura o "techo".

En cuanto a los vuelos sin empleo de O₂ supletorio los autores (SCHUBERT, RUFF y STRUGHOLD, BAUER, BROUVER, HERZITZKA y otros) están de acuerdo en fijar el techo entre los 4.000 y los 5.000 metros, con considerables diferencias individuales. FLACK (1928) observa como hay sujetos que aguantan hasta los 9.000 metros sin sufrir colapso de altura y, en cambio, otros lo padecen a los 7.000 metros. (287)

SCHNEIDER y CHRISTENSEN (1921 y 1936) estudian también estas diferencias.

Se destaca por los diferentes autores las influencias de edad, sexo, constitución, enfermedades, trabajo, traumatismos, tóxicos, temperatura, humedad, etc.

Según CAPEK (1938) a los 22 años el techo sería de 5.500 metros y a los 24, de 7.500 metros, diferencia

relacionada por él con la excitabilidad de los centros vegetativos.

Para BALDWIN y ROBINSON el macho tolera mejor la altura que la hembra.

Para LOTTIG el trabajo y el alcohol disminuyen la capacidad de resistencia a la altura (288), hecho corroborado por GILLET, JONBLOED y otros muchos. (289).

RUFF (1936) reseña la pérdida de capacidad de resistencia a la altura por respiración accidental de CO_2 de los motores.

Parece puede obtenerse un cierto grado de acostumbramiento a la altura "aclimatación (STRUGHOLD (290), KEYS, etc.). La "acomodación" defendida por LUFT es discutida por ARMSTRONG. (291, 292)

Estudios practicados en las numerosas expediciones a las altas montañas y permanencia en las mismas, permitieron el conocimiento de la aclimación a la altura y llegar a la convicción de que la aclimatación viene representada por: poliglobulia y aumento de la Hb. y de la intensidad en el color de los hematíes. Hechos éstos constatados por HARTMANN en la expedición al Himalaya en 1931; por LUFT, en la expedición de 1938 al Nanga Parbat; por la expedición internacional a Chile en 1936, etc. (293).

HARTMANN observa menos taquicardia en los habituados y cómo en éstos es también menor ante el esfuerzo muscular, así como que en los aclimatados no disminuye la fuerza muscular.

MISSIURO (1939) observa que en los aclimatados varía poco el metabolismo, no fluctúa el ácido láctico y se altera poco el pH. Parece que los fenómenos de

aclimatación transcurren lentamente, aceptándose que el máximo de aclimatación se obtiene a los dos meses.

HARTMANN repara en la velocidad de ascensión y afirma que en las grandes velocidades de ascenso disminuye la tolerancia a las depresiones, y GRAFF, trabajando con ratas, llega a la conclusión de que las molestias aparecen tanto más tarde cuanto más lento es el ascenso.

Parece que los fenómenos de aclimatación se presentan muy lentamente, llegando al máximo cuando han pasado algunos meses de estancia en la altura. RUFF y SPRUGHOLD (1939) llegan a la conclusión que lo mejor para el entrenamiento a la altura de los pilotos que han de dedicarse a los vuelos de alta cota, sería la alternancia entre permanencia de los mismos en Cámara de Baja Presión y práctica de vuelos de alta cota, si bien con la permanencia en la montaña también se obtendrían buenos efectos. (294).

6. MAL DE ALTURA:

PESCADOR define el "Mal de altura" como enfermedad consecuente a la permanencia en altas cotas de la atmósfera y cuya causa etiológica fundamental es la falta de O_2 , si bien en dependencia con las alteraciones de la presión atmosférica. Se está, pues, de acuerdo que, salvo los efectos mecánicos tributarios de la depresión atmosférica, el cuadro general obedece a la falta de tensión del O_2 de la atmósfera respirada, a la anoxemia.

Considera necesario recordar, aparte de las diferencias individuales, la clasificación de la atmósfera en cuanto a la biofisiopatología del hombre, en distintos estratos:

Una zona de hasta 2.000 o 3.000 metros de altura, en la que no se produce reacción alguna somática, ni psíquica. Otra, que va desde ésta hasta los 4.000 metros, o de las reacciones compensadas. Una tercera, desde la anterior a los 7.000-8.000 metros, zona de las reacciones descompensadas, para, a partir de ella caer en una cuarta zona, la conocida como "Zona Crítica".

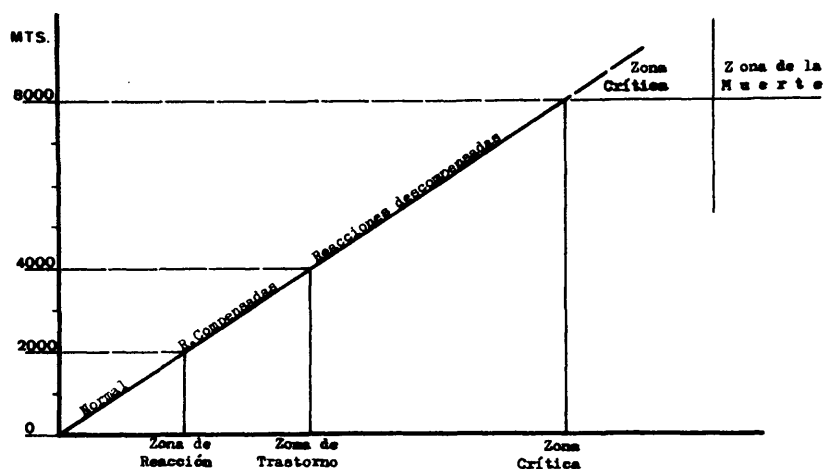


Fig. 39. Representación esquemática de la relación altura atmosférica-reacción orgánica. (Pescador).

El interés médico aeronáutico se centra, como es lógico, en las alturas superiores a los 4.000 metros. (STRUGHOLD).

BINGER y colaboradores (1927), atribuyen el mal de altura a la fuerte anoxemia tisular, si bien significando que no se puede despreciar la influencia de otros factores como frío, humedad, radiaciones, etc.

PAUL BERT había sentado ya (1878) la teoría de la anoxia; MOSSO, la acapnia en 1899; FERY, en 1920, busca la analogía del mal de altura con el fallo suprarrenal que conduce a hipotensión y astenia prenunciada; EPPINGER en 1935, resalta el parecido entre el colapso vascular, la acapnia y la inflamación serosa.

Se ha pensado en la posible influencia patogénica -en el caso del mal crónico-, de la fatiga, de las emociones repetidas y de la autointoxicación, que llevarían a cuadros de hiperadrenalinemia con: hiperglucemia, taquicardia, palpitaciones, etc. completando un síndrome conocido como "fiebre del vuelo", pero que no es patonogmónico del mal de altura (PESCADOR y otros). (295).

LIEB, en 1938, estudia diferencias en la patología de los habitantes (indios) de las regiones elevadas de los Andes con los que viven en cotas normales en regiones vecinas. Observan que son raras en los primeros las enfermedades metabólicas, no se da el raquitismo; es escasa la patología de hígado y riñón, y poco frecuentes las arterioesclerosis, la hipertensión y el asma bronquial. PERELMAN (1938) cita en ellos anhidrosis cutánea y sequedad excesiva de la piel. BISHOP, insiste en la ausencia de cardiopatías.

MONACO (1939) comprueba que la exposición prolongada a la atmósfera de alturas, no lo suficientemente elevadas, como para producir lesiones orgánicas -de 3.000 a 4.000 metros-, ocasiona una disminución de la resistencia a las toxinas de la difteria, tetanos y disentería, y que las infecciones e intoxicaciones producen a su vez disminución de la resistencia a la permanencia en las altas cotas.

En las formas de "provocación" aguda del mal de montaña, ya inmediatamente por encima de los 4.000 metros, es síntoma predominante, la astenia y pérdida de fuerzas: aparece palidez y somnolencia, se acelera la respiración y aumenta el número de pulsaciones. (296)

Para THULLIEZ (1936) existen marcadas diferencias individuales y distingue cuadros predominantemente cefálicos, gástricos o mixtos.

En todo caso, en los distintos aparatos, se aprecian síntomas característicos: en el aparato circulatorio, taquicardia, palpitaciones y cierta sensación de angustia precordial, elevación de la presión arterial y aumento de la amplitud del pulso, cierto grado de cianosis y, a veces, hemorragias, principalmente en encías.

En el aparato digestivo, hay que reseñar la dilatación de gases del tracto gastrointestinal, la sequedad de boca y faringe, y la aerofagia.

El aparato psíquico es de euforia y los reflejos se hacen menos vivos para, a mayores alturas, exaltarse y aparecer el tremor de los dedos y, finalmente, la "mano de comadrón".

A mayores cotas la presión arterial sigue elevándose, aumenta la taquicardia y aparecen los trastornos del ritmo respiratorio y aumento de frecuencia.

Al entrar en la "zona crítica", aparecen los trastornos pupilares y se exageran los reflejos clónicos. La respiración, el pulso, la presión arterial, la glucemia y la excitabilidad refleja bajan. Se ha producido la crisis que, de persistir las condiciones conduce a la parálisis total, seguida de la muerte. Algunas veces, antes de que esto suceda, se desata un cuadro de convulsiones tónico-clónicas, "Shock de gravitación".

Este cuadro catastrófico hace su aparición a partir de los 8.000 metros pero puede a veces aparecer mucho antes, alrededor de los 5.000 metros, en forma de cuadro hiperagudo, llamado "síncope prematuro del mal de altura" que desata un colapso que llega a la muerte rápidamente. Se pretende relacionar con el ortostatismo y con el sistema neurovegetativo, siendo para RUHL (1940) un típico cuadro vagal.

Desde el punto de vista psíquico ocurre que al apagarse las funciones intelectuales, el piloto pierde el control de la máquina. hace la lectura de instrumentos incorrectamente y, por su estado de euforia, se hace indiferente a los mayores peligros. Algunas veces, su estado es como si estuviese preso de una borrachera alcohólica.

Queda con esto claro que la administración de O_2 se ha hecho insustituible pasados ciertos estratos, y que es el único medio para prevenir el organismo de la llamada "zona de la muerte", y ante la contingencia del fallo de suministro de O_2 por cualquier causa, o la necesidad de desprenderse de la máscara y lanzarse en paracaídas, el piloto entra en situación clínica de anoxemia. (297).

STRUGHOLD (1938) dice que la entrada de anoxemia con consiguientes trastornos no se hace de manera brusca, sino que a través del transcurso de un tiempo que él denomina "Tiempo de Reserva", que es en el que desarrollan las fases: normal y de reacciones compensadas, pero que avolucionan aquí, no de forma ascendente, sino en

TIEMPO DE RESERVA DE STRUGHOLD

Inhalación de O_2	INTERRUPCIÓN DE LA INHALACIÓN DE O_2				
	1º período		2º período	3º período	4º período
	Fase de Indiferencia	Fase de compensación completa	Fase de compensación incompleta	Fase crítica	Muerte por anoxemia
	Umbral de Reacción	Umbral de Trastorno	Umbral Crítico	Umbral Letal	
	FACULTADES INTELECTUALES			Pérdida de Conciencia	Tiempos
	Conservadas (Tiempo de reserva)		Disminuidas		

Fig. 40

una línea de trazado horizontal en el tiempo, sin que haga falta que varíe la cota. (298)

Los tiempos medios de reserva a las diferentes alturas sería, para los autores alemanes STRUGHOLD, LUFT y OPITZ:

a	7.000 metros	-----	5 minutos
a	7.500 "	-----	3 $\frac{1}{2}$ a 4 minutos
a	8.000 "	-----	3 minutos
a	9.000 "	-----	1 $\frac{1}{2}$ minutos
a	10.000 "	-----	1 minuto
a	11.000 "	-----	40 segundos
a	12.000 "	-----	30 segundos

LUFT y SCHNEIDER establecen las modificaciones de la tensión de los gases alveolares en función del tiempo que el sujeto se mantiene en altitud constante:

Tiempo (minut)	Tensión alveolar de O ₂ (m.m.Hg)	Tensión alveolar de CO ₂ (m.m.Hg)	Vol. CO ₂ Vol. O ₂
00	38,5	30,8	0,98
10	36,5	30,4	0,88
20	35,2	31,5	0,89
30	35,0	31,0	0,86
40	33,9	30,3	0,81
50	34,4	29,1	0,78

LOTTIG llama "resto de rendimiento" al espacio comprendido desde la aparición de los primeros síntomas y la zona crítica. (299)

Desde la cesación de O₂ hasta la muerte, se observan una serie de manifestaciones escalonadas ya expues-

tas -taquicardia, aumento de la tensión arterial, hiperglucemia, alteraciones de la respiración, manifestaciones patológicas del S.N., etc.-

Para STRUGHOLD el colapso sería precedido de cianosis, cesación de los síntomas oculares, de alteraciones de los reflejos pupilares y pérdida del conocimiento. (300).

La tendencia al colapso se manifestaría, según HANN (1940), por disminución de la frecuencia del pulso que aparecería a alturas de 8.000 metros y a los dos minutos de cesar el aporte de O_2 , tiempo que tardan en aparecer los signos de hipoxia. El descenso de la presión diastólica sería también un síntoma premonitor.

El tiempo de reserva es tanto más corto cuanto mayor sea la altura del vuelo, y SCHMIDT (1939) observa en Cámara de Baja Presión, que se reduce casi a la mitad con el trabajo corporal.

Por encima de los 8.000 metros las zonas de reacciones compensadas, descompensadas y crítica, vienen casi juntas.

En contraposición de esta forma aguda de mal de la altura, se describe una forma crónica que SILLEVAERS llama "cuadro latente". Se caracteriza por ansiedad y astenia constante, con tendencia a dormir de día e insomnio nocturno, descenso del tono orgánico y gran irritabilidad física. Es claro el descenso de la presión arterial, existe descenso de la glucemia, las mucosas están pálidas y hay cierto grado de anemia. Aparecen fobias y el carácter se hace impulsivo. D'HARCOURT y ELICES (1928) califican la primera fase de alteración (301) por la depresión atmosférica como "mal menor". Esta fase suele durar bastante tiempo y durante ella el cansancio no es acentuado, poniéndose sólo de manifiesto con ocasión de

moderados esfuerzos. Poco a poco irá apareciendo el resto de la sintomatología y ya es cuando el enfermo se queja de gran laxitud y adelgazamiento, muestra lengua saburral, aerocolia, tinte terroso de la piel y palidez de mucosas. Se ha instaurado el "gran mal". (302)

En cuanto al tratamiento del Mal de Altura, ya PAUL BERT, en 1878, resalta la importancia que tenía administrar O_2 a los aeronautas que ascendían en globo, para su respiración durante las ascensiones.

HERBST (1936) comprueba la desaparición de todas las manifestaciones morbosas con sólo administrar O_2 .

El tratamiento del Mal de Altura será más preventivo que surativo, pero interesa determinar la cuantía y en qué momento hacerlo. PRIKLADVIZKIJ y GURIC (1936) dicen que no es necesario administrar O_2 de manera constante. PETROVIC recomienda el uso sistemático de O_2 en alturas elevadas, empezando el suministro a 3.500 metros y calculando para 4.000 metros unos 160 litros de O_2 por hora, cifra que subiría a 316 litros a 10.000 metros.

Parece ganar cada día más adeptos la idea de empezar la administración de O_2 al rebasar los 3.000 metros ya que parece probado el que, cuando se comienza la administración de O_2 a alturas por encima de los 4.000 metros, una vez que han hecho ya aparición los fenómenos de hipoxemia, se presentan, si bien que durante segundos, falta de equilibrio y desorientación. Estudiando este fenómeno SCHWARZ comprobó a este respecto (1937-1939) que al empezar la administración de O_2 se desencadenan una serie de fenómenos vasculares: fundamentalmente de descenso de presión arterial y de enlentamiento del pulso, ya observados en 1927 por RICHEL y otros y, posteriormente por SCHUBERT.

La toxicidad del O_2 , ya apreciada por SCHMITZ en

puesta de manifiesto por ARMSTRONG (303) y BINET (304) en 1938, así como por SCHUBERT y BEAN en el mismo año, observando los autores un aumento de propiedades perjudiciales cuando es respirado a presiones elevadas. CLAMANN (1939) dice que su principal peligro es la producción de neumonías, con la consiguiente repercusión cardíaca, lo que ocurre sólo cuando el O_2 es respirado a presión elevada no siendo nocivo si no es respirado a hiperpresión.

Al lado del O_2 también el CO_2 puede combatir el Mal de Altura. Su acción beneficiosa la explican WEHRLI HEGNER y WYSS (1933) por un efecto electrolítico, entrando como elemento de juego anión-cación. Ocurre que uno de los efectos más claros de la permanencia en la altura aparte de la anoxemia, es lo que MOSSO llamó acapnia. Con el CO_2 se acidifica la sangre y se evita la pérdida de álcalis y para SCHUBERT así puede aumentar la tensión alveolar del O_2 . LEHMANN experimentando en Cámara de Baja Presión con topos, comprueba que dándole CO_2 su resistencia a la altura se eleva en 2.000 metros más (305).

Pero, por otra parte, como evidencia ANTHONY (1936) con la administración de CO_2 se produce acortamiento del tiempo de apnea, lo que motivaría insuficiencia respiratoria importante, achacable no sólo al pulmón, sino también, a las alteraciones de la respiración tisular nacidas de la alteración de la tensión de O_2 en los tejidos a su vez originadas en los trastornos de la disociación de la Hb., que motivó el CO_2 , y es que el CO_2 cuando se administra en anoxemia, ocasiona notable descenso de la tensión tisular del O_2 , agravando el cuadro anóxico. Además, al comienzo de la respiración del CO_2 puede producirse un notable descenso de la tensión alveolar del O_2 .

Queda, por tanto, claro que en vuelo de alta cota es sólo el O_2 lo que debe administrarse para combatir la hipoxemia y, sólo si se quiere actuar sobre la acapnia,

dar al mismo tiempo O_2 y CO_2 . TALENTI, en 1930, dice que con la administración única de O_2 se puede llegar sólo hasta los 13.500 metros de altura, y con la mezcla de un 7 a 10 % de CO_2 , hasta por encima de los 14.000 metros.

Hacen estudios a este respecto sacando conclusiones no desacordes RUHL (306) y D'OLIVEIRA (307) (1939) y terminan recomendando mezclas de 12 % de CO_2 , 67 % de O_2 y 20 % de N. BEYNE ya decía, en 1935, que las proporciones han de cambiar con la cota.

Se trata, en suma, de combatir la anoxemia y la acapnia, teniendo en cuenta que el O_2 no puede darse a hiperpresión.

La administración de O_2 puede hacerse a partir de O_2 comprimido en botellas, a expensas de depósitos de aire líquido (95 % de O_2 y 5 % de N) y en forma de O_2 naciente, a partir del peróxido de sodio.

El comprimido en botellas presentó el inconveniente de que el O_2 se había de administrar con hiperpresión, si bien este problema se pudo resolver pronto con las válvulas de disminución de presión que permiten también la administración discontinua, y al disponer de pulmones automáticos que fueron perfeccionándose, se logró poder hacer dosificación exacta del O_2 suministrado. De esta manera con el inhalador y el pulmón automático de HERZLITSKA pudo DONNATTI alcanzar, en 1934, el record de altura de los 14.500 metros.

La administración de O_2 utilizando el aire líquido tenía la ventaja de su reducido espacio, pero el inconveniente de su constante evaporación y de que no se podía dosificar la cantidad de O_2 que habría de ser diferente, según la altura a que se realizara el vuelo.

La utilización de O_2 naciente tenía asimismo el inconveniente de la falta de adecuada dosificación y de la

escasa cantidad de O_2 que se genera por unidad de tiempo (308).

Por otra parte, la postura tiene cierto valor en cuanto a aliviar o hacer desaparecer las molestias del Mal de Altura. LENGENHAGER aconseja la posición horizontal del piloto con la que afirma se evitan ciertos problemas de desorientación, además, se aconseja evitar maniobras violentas del avión y movimientos bruscos del piloto.

MATSUO (1938) dice que ninguno de los fármacos de acción respiratoria o circulatoria tienen efecto sobre el Mal de altura, si bien WANTING y ANTHONY citan el efecto beneficioso de la coramina. CRISTENSEN y KROGH dicen que el cloruro de amonio tendría un buen efecto en el Mal de altura y GILLERT, que la glucosa. (309).

CAMPELL propone una dieta de 5 % de albúmina, 10 % de grasas y el resto de hidratos de carbono, además de sal y vitaminas A y C. (310).



Fig. 41. Traje de sobrepresión de Klanke (Diringshofen).

Cuando los vuelos hayan de alcanzar el límite estratosférico (11.000-12.000 metros), se hace necesario el uso de cabinas herméticamente cerradas, de los trajes de sobrepresión o de las escafandras de sobrepresión.

En cuanto al tratamiento del cuadro crónico del Mal de altura, se aconseja no utilizar tónicos, principalmente



Fig. 42. Traje de sobrepresión americano de Post. (Diringshofen)

los que contengan arsenicales; se recomienda no dar tampoco excitantes. Se impone la necesidad de una temporada de descanso y en todo caso, llevar una buena reglamentación de vida y suficiente sueño. Se intenté corregir la adinamia e hipotensión con dexosicorticosterona, androsterona, vitamina C, etc. (311).

Junto con los problemas fundamentales propios de las altas cotas -anoxemia e hipopresión-, se plantea el del enfriamiento relacionado con la altura y en el que juega importante papel la diferente tensión del vapor de agua (DIRINGSHOFEN), 1931, al que acompaña una vasoconstricción periférica a la vez que un aumento de la circulación renal, de la esplácnica y otras, aumento del volumen minuto y de la contracción del corazón (REIN, 1931) que, en el sentir de SCHUBERT (1935), sería defensiva determinando bradicardia, disminución de la frecuencia del pulso que ya había sido señalado por BARCROFT y MARSHALL en 1923.

En pilotos de vuelo a vela que llegan a alcanzar los 7.000 u 8.000 metros de altura, obseevan RUFF y STRUGHOLD graves congelaciones, más intensas siempre que las observadas en el vuelo a motor, que llevan suministro de O_2 . (312).

El aviador ha de protegerse en la altura contra los agentes físicos. CLAMANN, en 1937, estudia el peligro de los rayos ultravioleta y la protección del ojo contra los

misimos por medio de gafas cubiertas con celofán.

En cuanto al traje del piloto, teniendo en cuenta los estudios de DIRINGSHOFEN, en los que destaca el interés de la evaporación por encima del de la temperatura, ha de ser de material con poros lo más pequeños posible, prefiriendo los de cuero (313). Sin embargo, por el inconveniente de la dificultad de movimientos, se va a los de tales impermeabilizadas de varias capas, aconsejándose llevar la ropa interior de seda, que retiene junto a la piel una capa de aire caliente.

Cuando los vuelos han de llegar al límite de la estratosfera, se impone las cabinas herméticamente cerradas y en otros casos, el traje de sobrepresión. Las figuras 41 y 42 representan los modelos alemán y americano de los trajes de sobrepresión de la época.

La protección de las manos parece hacerla con pomadas y encima guantes, y la de la cabeza con casco de cuero forrado de seda.

Para RUFF y STRUGHOLD, sería lo principal el aporte de O_2 , ya que el estado de anoxia tisular sería factor patogénico importante de la congelación.

En caso de congelaciones consumadas se procede al calentamiento, pero, con arreglo a los conceptos de GOLHAND, el calor debe aplicarse poco a poco y alternando con frío, con lo que excitaría el tono vascular aumentando la motilidad de los vasos. Se usan preparados comerciales de acción vascular, y se advierte la utilidad de las fricciones suaves con alcohol.

7. VUELO SIN MOTOR Y PARACAIDISMO.

Por la trascendencia médico-aeronáutica de uno y otro es justo traigamos al recuerdo una visión de conjunto de los mismos durante el período de 1914 a 1939.

El vuelo sin motor, precursor del vuelo a motor, parece que una vez éste se consiguió plenamente estaría llamado a desaparecer, pero no fue así, continuo experimentándose con él, principalmente como deporte y en esencial practicando el vuelo planeado, siempre descendente con lanzamientos desde cotas altas que no serían superadas durante el vuelo.

En 1920 se organiza en Alemania la primera Reunión post-guerra de vuelo sin motor, en la que en el campo de Rhone participan 24 planeadores.

Estas reuniones se repiten anualmente en Alemania y en 1922 KLEMPERER logra ascender 100 metros sobre el punto de partida con permanencia de 13 minutos.

En 1923, el francés MANEYROL se sostiene ocho horas en el aire, entrando con éste el vuelo a vela en su pleno desarrollo.

KARTACHEV, en julio de 1938, recorre en vuelo a vela una distancia en línea recta de 619 kms., y el mismo día en vuelo de ida y vuelta FLINSCH, 305 kms.

En noviembre del mismo año el alemán ZILLER sube a 6.840 metros por encima del punto de lanzamiento, altura máxima que aporta un dato importante a la meteorología: al probar la existencia de corrientes ascendentes a tal altura, y pone en guardia a la Medicina Aeronáutica, pues son alturas trascendentes en relación con la fisiopatología del vuelo no exentas de gran riesgo. (314).

Son, por otra parte, también dignos de reseñar los inevitables accidentes traumatológicos derivados de este deporte.

El Paracaidismo, puede decirse que nace con los éxitos de BERRY, en 1912, y de PEGOUD, en 1913. Se empleó en la I Guerra Mundial, salvando sus vidas muchos pilotos de aviones derribados gracias a su empleo. En las Escuelas de pilotaje se enseñaba su manejo y cuidado, se inculcaba a los alumnos una frase de hondo sentido y trágico contenido que iba impresa en la funda del propio paracaídas: "Cuidame bien, pues si me necesitas una vez y no me tienes, ya no me necesitas más".

Se pensó en las ventajas de la apertura retardada -más pronto descenso, mejores posibilidades para pasar desapercibido, menor blanco, mayor precisión de caída-, y fue el ruso EDVOKIMOFF, en 1932, el que hizo el primer salto con apertura retardada, lanzándose desde 1.200 metros, manteniendo el paracaídas cerrado durante 550 metros. A continuación, en el mismo año, es

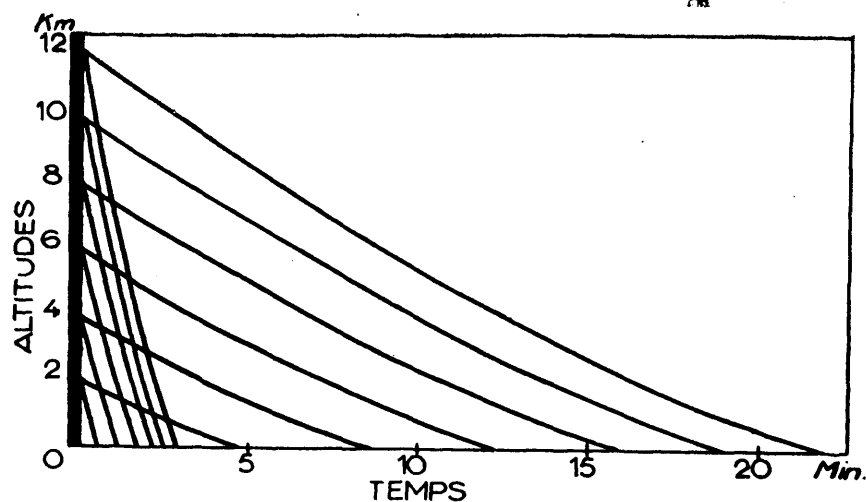


Fig. 43. Tiempos de descenso en paracaídas en función de la altura. Las líneas más oblicuas corresponden a la apertura automática y las más juntas y verticales a la retardada.

el norteamericano MENING el que se lanza desde 3.350 metros, bajando 3.250 sin abrirle. EDVOKIMOFF se lanza, en 1934 desde 8.100 metros, recorriendo 7.900 metros en caída libre. Finalmente, el francés WILLIAMS se lanza en 1938 desde 11.420 metros, recorriendo con el paracaídas cerrado 11.330 metros en un tiempo de 170 segundos.

Diversos científicos rusos en los distintos centros de Investigación médico aeronáutica, estudian las implicaciones médicas del paracaidismo, como ya reseñamos al analizar la Medicina Aeronáutica soviética de la época y publican diversos trabajos de 1932 a 1934. SOBENNIKOV en colaboración con MIROLYUBOV se ocuparon desde el comienzo del entrenamiento en paracaídas, de precauciones, organización de campos de lanzamiento, efectos de los lanzamientos sobre el organismo, higiene del paracaidismo y características fisiológicas requeridas. Sus trabajos fueron dados a conocer en varias Comunicaciones -de 1933 a 1936-, si bien ya habían sido incorporadas a las primeras Normas de Selección editadas en 1932. (315).

Del libro de Medicina Aeronáutica y Aviación Sanitaria, del español BOS, aparecido a comienzos de 1936, transcribimos:

"El acto de lanzarse al espacio en paracaídas produce en el sujeto que ejecuta la prueba un cuadro caracterizado por gran emoción. Quizás ésta no sólo depende del hecho en sí de salto al espacio, sino del temor, no infundado por cierto, de que el dispositivo de apertura no funcione y el paracaídas no se abra. Así lo ha podido comprobar SOBENNIKOV en las F.A. Soviéticas sometidas a un plan quinquenal de saltos con paracaídas, pasando de 30.000 las personas que por entonces se habían lanzado en paracaídas en la U.R.S.S. Estudiando diversos grupos de neófitos se vió que el cuadro emotivo era mucho menos acentuado en los que se lanzaban provistos de dos paracaídas, que en los que lo hacían con uno sólo, contribuyendo también

"a aminorar la reacción el entrenamiento y las prácticas de educación física."

"La emoción del salto se condensa en un síndrome de simpaticotonía e inhibición del vago. Hay hiperadrenalinemia, taquicardia, dilatación pupilar, nerviosismo, temblor, ligera angustia y deseo vehemente de orinar y a veces de defecar".

"Durante los segundos que siguen al salto, la sensación es de gran inhibición con contractura y tremendo shock emotivo.

"La sacudida que experimenta el cuerpo al abrirse el paracaídas, detiene bruscamente la velocidad de caída. A partir de ese momento, el organismo comienza a recuperarse, una gran lucidez invade al sujeto que se acentúa al ser el descenso lento y suave. La seguridad es absoluta."

"Al llegar a tierra puede producirse alguna lesión por torcedura, esguince o fractura. Se aprecia al paracaidista cierta tensión nerviosa y euforia. La tensión sanguínea está por debajo de la cifra normal, la taquicardia perdura. Conviene un cierto reposo y algún sedante para administrar en estos momentos". (316).

En septiembre del mismo año de 1936 un artículo de FLAMME, publicado en la Revue de l'Armee de l'Air, nos da idea de la inquietud y progreso de los aspectos médicos del paracaidismo. Refiere el alto grado de entrenamiento que se lleva a cabo en la Academia Militar de Moscow: El Profesor PETROVITCH tenía en su haber personal, más de 220 saltos y se habían realizado por sus alumnos de la Academia 278 saltos en sólo dos semanas. En 1934, en sólo siete meses el número de saltos fue de 10.000, y en igual periodo de 1935, de 40.000. (317).

GORDON, GOROVOI e ISAEV, médicos militares rusos, habían estudiado las reacciones impresas por el organismo humano antes y después del salto. Señalaron, entre otras cosas, el estado de emotividad previa al salto, el balanceo y cabriolas del cuerpo en el espacio durante el descenso, las dificultades particulares del ate-

rrizaje, la excitación fisiológica consecutiva al salto -de marcado apetito, sensación de euforia-, las modificaciones de la tensión sanguínea y la albuminuria posterior al salto. (318).

GRAIFER, del Instituto de Medicina de Aviación Rusa, estudia los traumatismo de los paracaidistas (1936-1939) y plasma sus experiencias en un detallado trabajo "Precauciones Médicas del Salto en Paracaidas", que se publica en Principios de Medicina de Aviación (319).

El norteamericano ARMSTRONG dice que él mismo llevó a cabo un salto con apertura retardada, lanzándose desde 800 metros en caída libre los primeros 400 metros. Refiere que mantuvo en principio los ojos cerrados y que desde el primer momento tuvo la impresión de que el cuerpo reposaba en el aire, que abrió los ojos y en seguida tuvo clara conciencia de la cuerda y se abrió su paracaídas adquiriendo clara conciencia de su velocidad vertical. Sigue refiriendo que la angustia que sentía antes de saltar le desapareció al encontrarse libre en la atmósfera que no sintió molestia alguna y que su inteligencia era clara y precisa. Añade que en todo momento conservó una visión perfecta sin la más ligera molestia subjetiva. Durante el descenso no refiere ninguna sensación de vértigo, ni malestar, ni vacío en el estómago.

El fenómeno más llamativo reseñado por ARMSTRONG es una sensación de sensibilidad en la piel, provocada por aumento de presión atmosférica sobre las partes inferiores del cuerpo. Describe ARMSTRONG esta sensación como una presión muy dulce y suave, repartida uniformemente sobre toda la superficie del cuerpo proyectada hacia el suelo. (320).

R. 2213

TA 1094

LA MEDICINA AERONAUTICA

DESDE SUS ORIGENES HASTA LA ERA ASTRONAUTICA

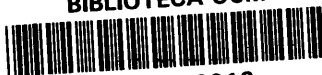
Tomo II



Biblioteca
de Medicina



BIBLIOTECA UCM



5309479016

Trabajo que , para optar al Grado de
Doctor , presenta el Licenciado en Medi
cina y Cirugía DON PEDRO GOMEZ CABEZAS.

Madrid , 14 de Junio de 1977.

E. EPOCA MEDICO AERONAUTICA DESDE LA II GUERRA MUNDIAL
HASTA LA AVIACION A REACCION.

El gran poder bélico de las Fuerzas Aéreas se pone en evidencia, asombrando al mundo, cuando Alemania ataca a Polonia, el 1º de septiembre de 1939.

2.000 aviones, en cooperación con carros blindados, destruyeron los aparatos polacos en sus propios campos, bombardearon Varsovia y otras ciudades, atacaron en picado masas de soldados y gentes que huyen.

En abril de 1940, los alemanes invaden Dinamarca y Noruega, utilizando el medio aéreo para el transporte de tropas y fuerzas paracaidistas, rechazaron los intentos ingleses de desembarco. Al mes siguiente invadieron Holanda, bombardeando Rotterdam con más de 1.600 aviones. A continuación hacen lo mismo con Bélgica y después con Francia. En este despliegue de posibilidades los alemanes han ametrallado desde los aviones, han bombardeado y ametrallado en picado, con sus famosos "Stukas", se han valido de las tropas paracaidistas y de las aerotransportadas.

La "Luftwaffe" se hace aparentemente invencible. Pero, sin embargo, por un error de cálculo en cuanto a

autonomía, y disponibilidad de material de reparación y sustitución, ocurrió que la "Royal Air Force" inglesa, con menos potencial pero con buena preparación y perfecta autonomía, les destruyó 1.700 de los 3.000 aviones que tenía concentrados en la ofensiva.

Vuelve la "Luftwaffe", en 1941 a mostrar sus posibilidades con sus actuaciones en las conquistas de Yugoslavia, Grecia y Creta, y en el castigo que infringe a los ingleses, así como con el ataque con cerca de 3.500 aviones a las escuadrillas rojas, a las que logra rechazar, pero en Stalingrado la aviación rusa, reforzada con la aliada, lograría la supremacía sobre la alemana.

En diciembre del mismo año la aviación japonesa, partiendo de porta-aviones, destruye Pearl-Harbor.

A partir de 1942 los aliados prepararon la gran ofensiva y en EE. UU. se construyeron hasta final de la guerra más de 300.000 aparatos. La "8ª American Air Force" establece Bases en Inglaterra y a la vez entran en servicio los bombarderos pesados ingleses ("Stirling", "Lancaster" y "Halifax").

La ofensiva inglesa comienza en 1943 -en julio- con 1.000 bombarderos que actuaron por sorpresa sobre Colonia y Hamburgo.

En 1944, la "8ª A.A.F.", protegida por los "Mustang" gana la partida: 1.000 fortalezas volantes bombardean Berlín y a continuación actúa sobre otros objetivos de Alemania, Francia y Austria.

La importancia de la aviación sobre esta II Guerra Mundial fue, sin duda, decisoria y la aviación saldría de ella adulta. La importancia de la aviación militar fue patente en todos los campos de batalla, habían in-

tervenido aparatos de todos los tipos, se habían salvado océanos, penetrado en las junglas y en los inhóspitos glaciares.

Sus progresos trascenderían de modo efectivo a las aviaciones civil y comercial apenas terminado el conflicto y así, aparecen multitud de nuevos aparatos cuyas principales innovaciones son las hélices reversibles, los escapes de tovera, las cabinas resistentes a las grandes presiones y los motores más compactos y de mayor potencia.

Entre los ingenios auxiliares de la Navegación Aérea aparecidos durante la guerra, destacan, la brújula compensadora, el indicador de posición en el aire, y el radar.

Otras innovaciones, como el vuelo teledirigido sin piloto, a propulsión a chorro, y los motores de turbina de gas son considerados en fase experimental y aunque aplicados durante la guerra no son incorporados a la aeronáutica civil.

De esta circunstancial época es el apogeo del Helicóptero y es Alemania el primer país en construir el helicóptero práctico y ya en 1937 el "Focke Angelis" vuela de Bremen a Berlín a 110 kms. por hora, a un techo de hasta 3.566 metros.

En 1939 SIKORSKI creó el primer helicóptero norteamericano, el VS-300, aceptado por el Ejército de los EE.UU.; y primero en dar soluciones al problema del par motor.

El helicóptero, montado sobre flotadores, puede aterrizar sobre cualquier superficie, incluso sobre pantanos, agua, hielo. Se revela como susceptible de gran diversidad de usos, tanto civiles como militares; salva-

mento en regiones árticas, selvas, montañas, mares, lagos, ríos y frentes de batalla. Es utilizable en el transporte de víveres a sitios inaccesibles; es usado en misiones de observación, transporte de fuerzas, desembarcos, etc.

Tiene el helicóptero, evidentemente, limitaciones de velocidad y techo, ya que pocos helicópteros pueden sobrepasar los 185 kms. hora, salvar distancias de más de 400 kms. y remontarse por encima de los 3.000 metros de altura.

Cabe también mencionar el convertiplano, el helicóptero compuesto, los aviones de despegue vertical, los hidroaviones de flotadores y de canoa y los anfibios.

No obstante a que el avión a reacción, aparecido ya durante la guerra da muestras de mejores condiciones, la hegemonía no comienza todavía recién terminada la guerra. La aviación comercial de la postguerra fue dominada especialmente por los EE. UU. Millares de sus aparatos de transporte pesado de tropas se consideraron aptos para el transporte de mercancías y pasajeros y las compañías se sirvieron de ellos. Es más, la industria americana construye los DC-6, DC-7, LOCKHEED, CONSTELLATION, SUPER CONSTELLATION, 1952, BOEING Stratocruiser, B-29, etc. aparatos a pistón, con los que seguirían dominando el mercado hasta 1950. (321).

Este insospechado gran progreso de la Aeronáutica que, aunque sea someramente, hemos querido referir, nacido de las necesidades de la guerra es indudable que trajo consigo nuevos y difíciles problemas a resolver por la Medicina Aeronáutica, que ha de trabajar sin descanso, en lucha desesperada contra el tiempo.

El desarrollo de los conocimientos médicos aeronáuticos recibe una rica aportación de experiencias de

unos y otros países beligerantes.

Los alemanes se preocupan especialmente por la mayor velocidad de las máquinas y por sistemas de eyeción del piloto. A los americanos les ocupa preferentemente el perfeccionamiento de los equipos de respiración de O_2 . Otros numerosos problemas han de ser objeto de común estudio en este periodo histórico, tales como: los accidentes de aeroembolismo, debidos a la depresión, las congelaciones y quemaduras del personal que vuela, la fatiga en el curso de largos vuelos, la fatiga operacional provocada por los combates aéreos, la dieta alimenticia, tanto de vuelo como de descanso, las aerodontalgias, los efectos de la aspiración del monóxido de carbono procedente de los escapes del motor, el efecto de las vibraciones, etc.

Nacen al mismo tiempo, múltiples aplicaciones prácticas, tales como el conocimiento del uso correcto del O_2 en vuelo, los trajes anti-g, las cabinas estanca.

Las investigaciones realizadas y las experiencias adquiridas conducen a una mejor selección física y psicotécnica del personal navegante, a un mejor conocimiento y conservación de la visión nocturna, etc.

Estas realizaciones conseguidas a partir de bases fisiológicas traen consigo el aumento de las marcas, del rendimiento del aviador, de la protección del personal y de la garantía y seguridad del vuelo.

Se ve la necesidad de una investigación Médico-aeronáutica que siga la evolución de la técnica, ya que los aviones vuelan cada vez más alto, tienen mayor autonomía, son cada vez más rápidos y sus aceleraciones son cada vez mayores.

Contra mayores obstáculos se precisa el recurso a

nuevos medios de defensa, se hace necesario aumentar el confort, a fin de disminuir la fatiga relacionada con la mayor altitud, aceleración y aumento del tiempo de permanencia en vuelo.

En la mayoría de los países los poderes públicos se percatan del importante papel de la Medicina Aeronáutica, de la necesidad de médicos especialistas y de Laboratorios de Fisiología Aeronáutica bien equipados, así como de la organización de centros médicos de Reconocimiento e Investigación, y de Escuelas.

Se impone en cierto modo una clasificación y selección médica específica adaptada a las exigencias de la misión del navegante (combate, bombardeo, transporte, reconocimiento, vuelo nocturno, etc.), y esto hace que haya que prestar atención a problemas como el estudio de la Fisiología de los reflejos y a una más completa exploración ocular en lo referente a deslumbramientos, visión nocturna, etc.

Durante este periodo se llevaron también a cabo nuevas investigaciones referentes al estudio de la ionosfera, radiaciones cósmicas y del átomo, realizándose exploraciones meteorológicas con globos sondas a 34.000 metros.

En Alemania, los trabajos de investigación sobre los problemas médicos del vuelo se realizaron en Centros especialmente creados en colaboración con las Universidades e, incluso, otras entidades civiles, bien por su trascendencia y finalidad controlados y financiados por el mando sanitario de la Luftwaffe.

La expresión del estado de la Investigación Médico-Aeronáutica alemana, en los primeros años de la guerra, nos viene muy en especial a través de la publicación del Atlas de Medicina Aeronáutica, del que son au-

tores RUFF y STRUGHOLD, que aparece a principios de 1942 pero que recoge información de los años 1935 a 1941. (322)

Los autores exponen en 100 láminas, magníficamente editadas, importantes datos médico-aeronáuticos del medio ambiente del vuelo, plasman la Fisiología humana ante las deficiencias de O_2 , el efecto de los movimientos y aceleraciones, las reacciones del organismo a la altura con y sin O_2 , las respuestas a distintas pruebas en la altura, exponen datos de cámaras, máscaras de O_2 , etc.

Parte de estas láminas ya figuraban en su obra Grundriss de Luftfahrt medizin, (1939) y algunas, tales como la "mano de comadrón" y "pruebas de escritura" ya las hemos reproducido en el texto.

Dado el significativo interés y la clara expresividad de las láminas del Atlas, y el que debido a su edición reducida no es fácil poder consultarlas, creemos útil la reproducción de aquéllas que consideramos más importantes y hemos seleccionado unas cuantas cuya reproducción fotográfica insertamos a continuación. Creemos que con ello queda plasmado el gran momento médico-aeronáutico alemán de esos primeros años de la Guerra, a la vanguardia de la Medicina Aeronáutica mundial.

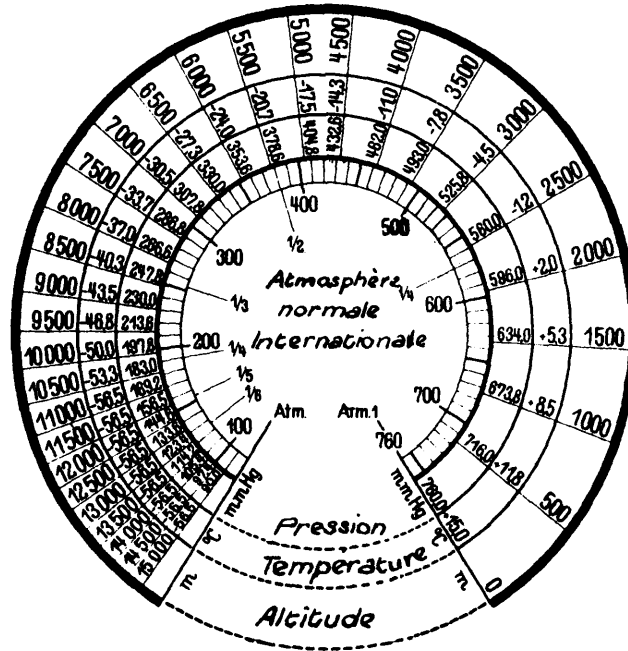


Fig. 44. (At. RUFF - STRUGHOLD)



Fig. 45. Cámara de Baja Presión del Instituto de Investigación de Medicina Aeronáutica, del Ministerio del Aire Alemán (At. RUFF - STRUGHOLD).

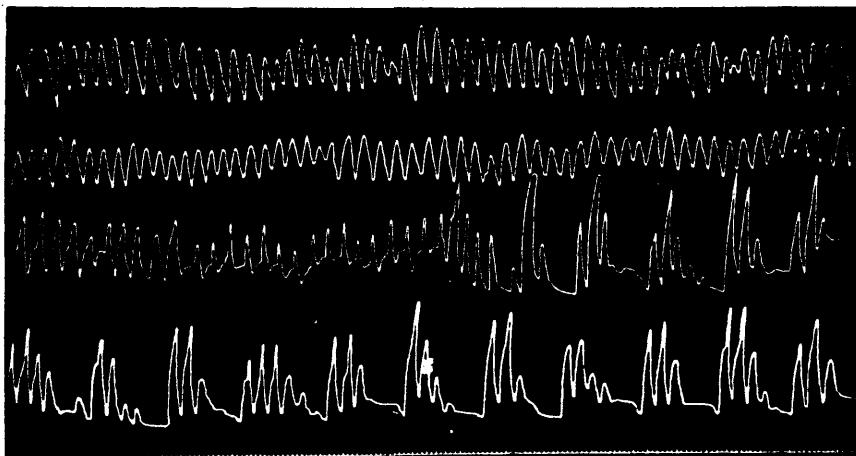


Fig. 46. Gráfico sobre la respiración en la alta montaña. Movimientos respiratorios durante estancia en MONTE ROCA a 4.560 metros. La curva superior muestra el movimiento respiratorio al comienzo del sueño, la segunda al poco de quedarse dormido, la tercera al sueño profundo y la cuarta continuación de la tercera. (RUFF - SEROCHOLD, según A MOSSO)

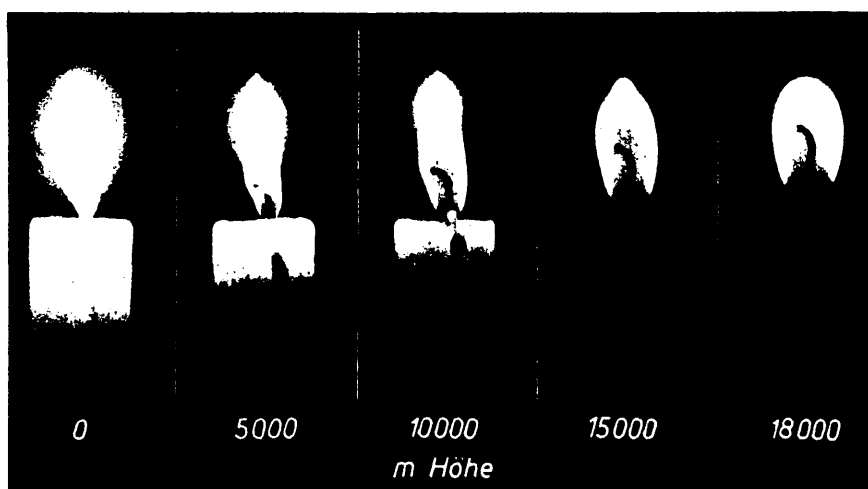


Fig. 47. Efectos de la altura en la llama. El vigor de la llama se debilita a medida que la altura es mayor y al mismo tiempo va acrecentando su volumen (SEROCHOLD).

mit O_2 bis 74²⁸ 9000m
 ohne O_2 ab 74²⁸ Das Luftdruckmessung. Forschungsanstalt
 des Reichsflughafenmuseums: 9000m
 74³⁰ Das Luftdruckmessung. Forschungsanstalt
 des Reichsflughafenmuseums: 9000m
 74³⁵ Das Luftdruckmessung. Forschungsanstalt
 des Reichsflughafenmuseums: 9000m
 74³⁷ Das Luftdruckmessung. Forschungsanstalt
 des Reichsflughafenmuseums: 9000m
 H. Ruff - Strughold

Fig. 48. Pruebas de escritura a 9.000 m. de altura: con O_2 , a los 2 minutos de quitar el suministro de O_2 , a los 5 y a los 7 minutos. (At. RUFF - STRUGHOLD, tomado de HARTMANN).

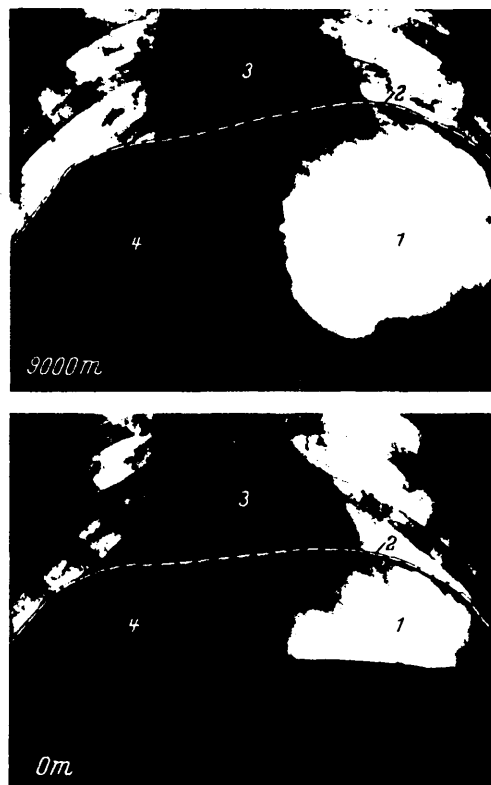


Fig. 49. Dilatación de gases en estómago a grandes alturas (At. RUFF - STRUGHOLD, tomado de CLAMANN y BECKER FREYSENG).

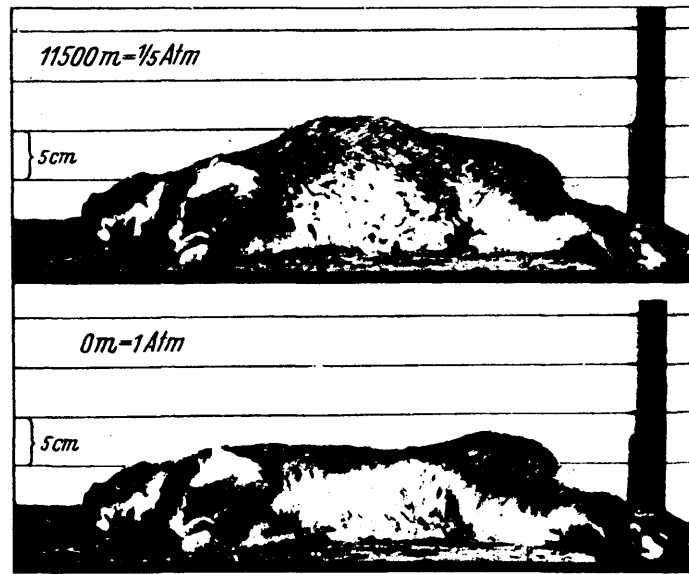


Fig. 50. Dilatación de los gases e intestinos en grandes alturas. Conejo muerto a 1 atmósfera y a 1/5 de atmósfera. (STRUGHOLD). (At. RUFF-STRUGHOLD)

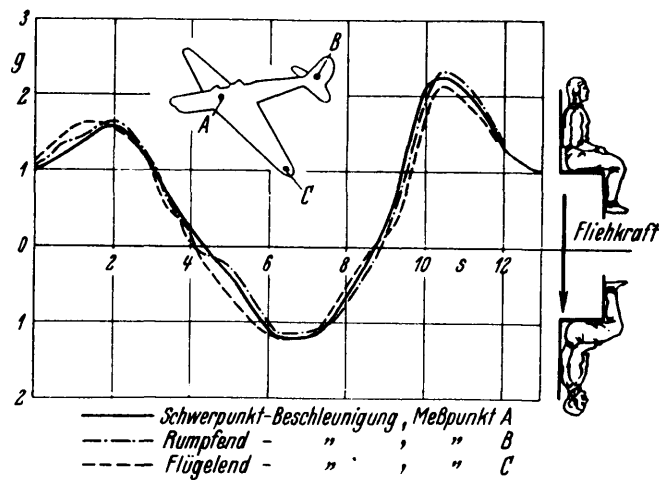


Fig. 51. Mientras el avión responde al efecto físico de la aceleración angular (centrípeta), ninguno de los tres ejes del avión (aceleración de la gravedad, timón, planos) se impone sobre el otro y las tres curvas apenas se apartan entre sí (RUFF-STRUGHOLD).

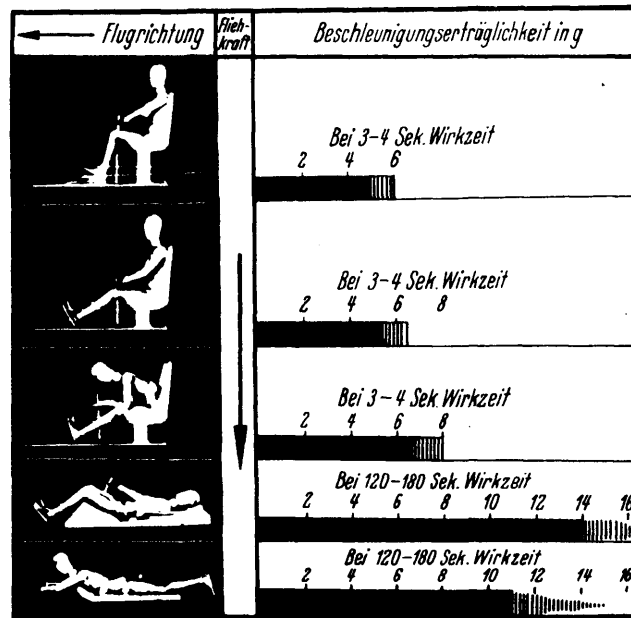


Fig. 52. Influencia de la posición de piernas, cadera y cuerpo en general, sobre la tolerancia a las aceleraciones. Osérvese núm. de G soportadas y tiempo que, sometidos a las mismas, tarda en aparecer la visión negra. La flecha indica el sentido de la aceleración (RUFF-STRUG-HOLD).

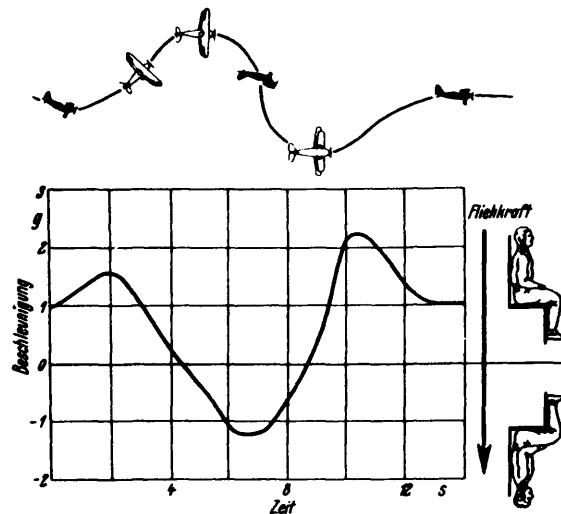


Fig. 53. Fuerza de escape en el rizo. Manifestación de las fuerzas de escape en un rizo en dirección cabeza-pies y viceversa. (RUFF).

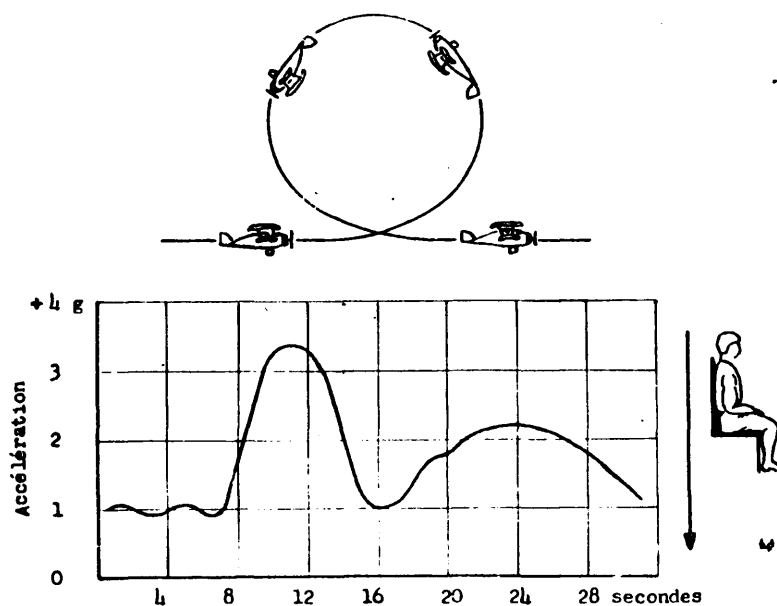


Fig. 54. Aceleraciones y fuerzas en el curso de un "looping" atrás. (RUFF-STRUG-HOLD).

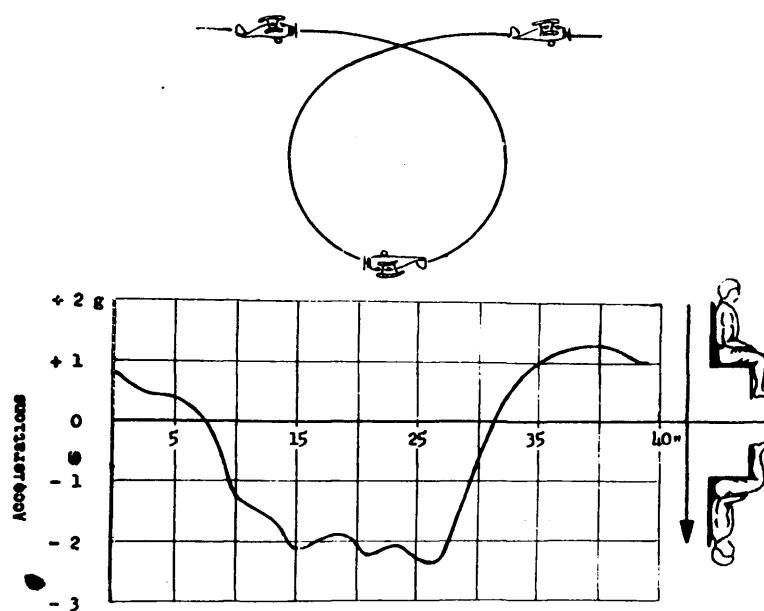


Fig. 55. Aceleración y fuerzas positivas y negativas en el curso de un "looping" adelante (RUFF-STRUGHOLD)

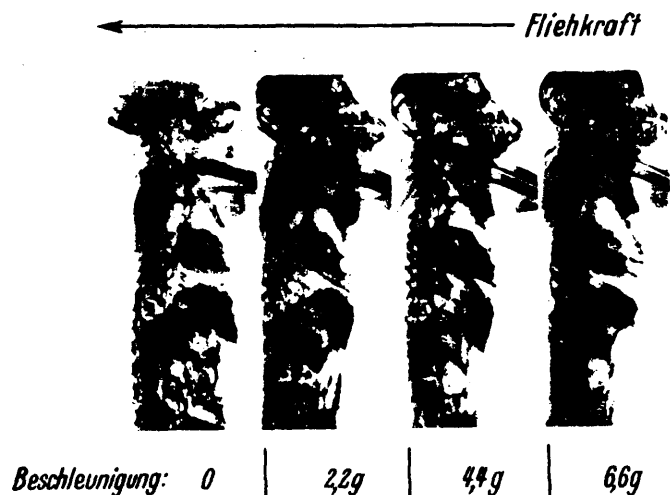


Fig. 56. El corazón se deplesiona por efecto de la aceleración de la fuerza centrífuga pecho-espalda (At. RUFF-STRUGHOLD, tomado de FISCHER).



Fig. 57. Influencia de la aceleración sobre el volumen y densidad de la sombra cardíaca (dirección cabeza-pies). a la 66 g, la sombra cardíaca es prácticamente imperceptible (corazón vacío de sangre). (At. RUFF-STRUGHOLD, tomado de FISCHER).

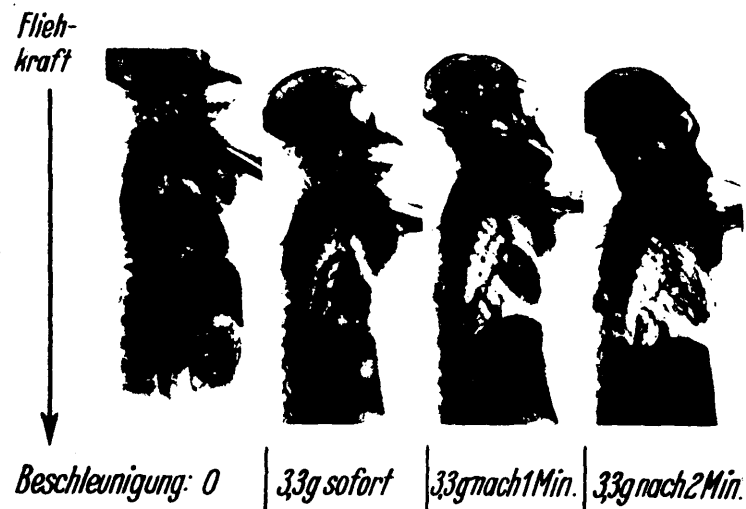


Fig. 58. Influencia creciente del efecto de la aceleración cabeza-pies de 3,3 g. A los 2 minutos el corazón aparece, prácticamente, vacío (At. RUFF - STRUGHOLD, tomado de FISCHER).



Fig. 59. Arterias del cuello de animales en estado de no aceleración (arriba). Un estímulo externo les hace tomar el aspecto reflejado en la inferior. (RUFF-STRUGHOLD).



Fig. 60. Arterias del cuello durante la aceleración. El efecto de una fuerte fuerza de escape en el sentido cabeza-pies, determina el que las paredes arteriales se repliegan todo lo posible entre sí. (RUFF-STRUGHOLD, según H.W.ROMBERG).

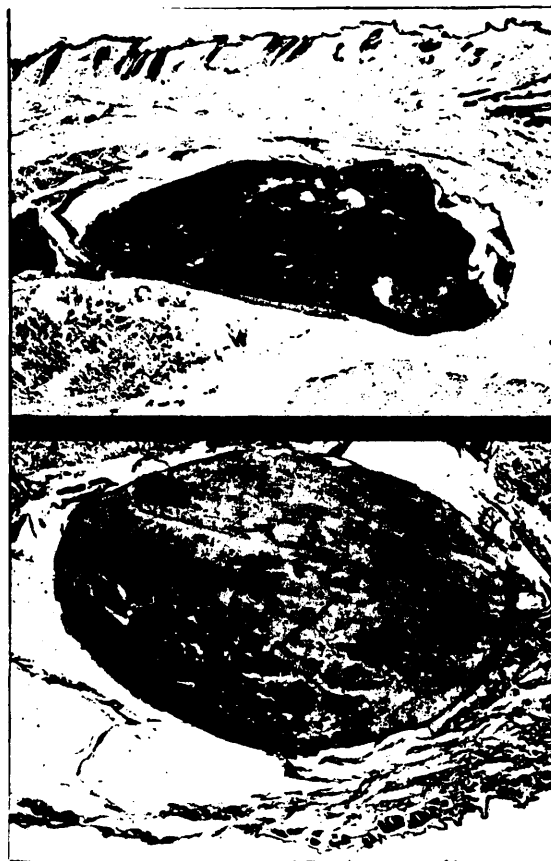


Fig. 61. Venas del cuello de animales en estado de no aceleración. Aparecen refletas de sangre. (RUFF-STRUGHOLD).



Fig. 62. Venas del cuello de animales sometidos a aceleración, efecto de una fuerte fuerza de escape en sentido cabeza-pies.

Las venas se han plegado por completo y la circulación sanguínea se interrumpe por completo en la región o zona vascular afectada.

(RUFF-STRUGHOLD)

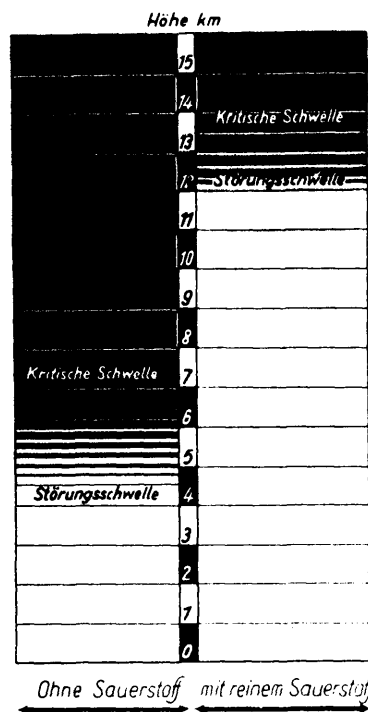


Fig. 63. Ganancia de alturas en los niveles de perturbación y crítico, merced al suministro de O_2 . (STRUGHOLD).

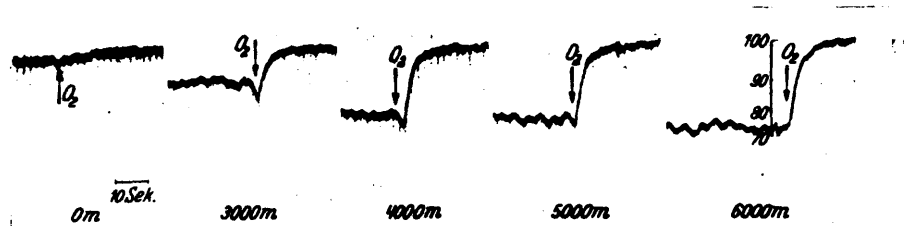


Fig. 64. Saturación en O_2 de la sangre del lóbulo de la oreja a las distintas alturas. Al darle al individuo O_2 en inhalación, la curva de saturación asciende al 100 % (RUFF-STRUGHOLD, según MATTHES y MALIFIOSIS).



Fig. 65. Electrocardiograma a distintas alturas en Cámara de Baja Presión (a: 0, 5.000, 7.500 metros y 7.500 metros con O_2). (At. RUFF-STRUGHOLD, tomado de LUFTJOPITZ)

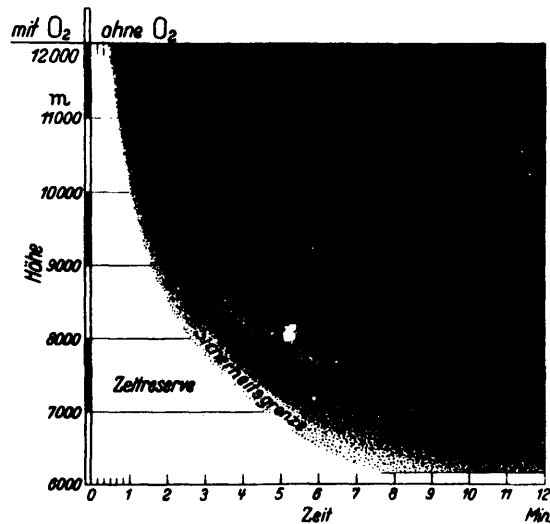


Fig. 68. Efecto de la interrupción de O_2 entre 7.000 y 12.000 metros de altura (personas normales). Zona en blanco: tiempo con que cuenta el piloto para cumplir su misión con suficiente rendimiento. Zona sombreada de puntos: aparición de trastornos. Zona oscura: aparición de convulsiones, espasmos y lipotimias que hacen incompatible el control. (At. RUFF-STRUGHOLD, tomado de LUFT OPITZ y STRUGHOLD).

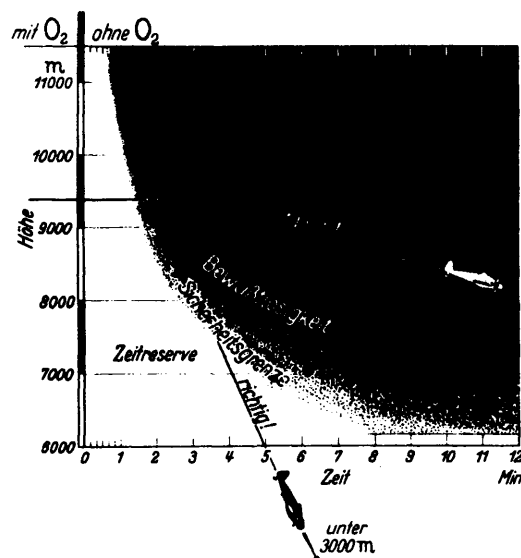


Fig. 69. Trayectoria correcta (Frichtig) e incorrecta del piloto en caso de cesar en la altura su suministro de O_2 . (STRUGHOLD).

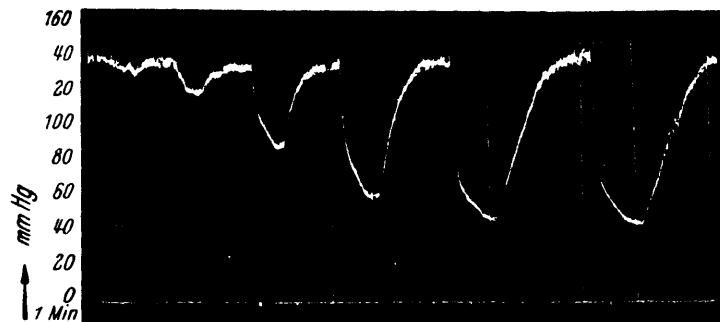


Fig. 70. Expresión de cómo a un aumento de presión sincarotídea sigue hipotensión de la restante corriente circulatoria y a la inversa. (At. RUFF-STRUGHOLD, tomado de KOCH)



Fig. 71. Aparición de petequias subconjuntivales después de una aceleración espalda pecho de 11 g y de un tiempo de duración de la prueba de 180 segundos. (At. RUFF-STRUGHOLD, según GAMER y RUFF)

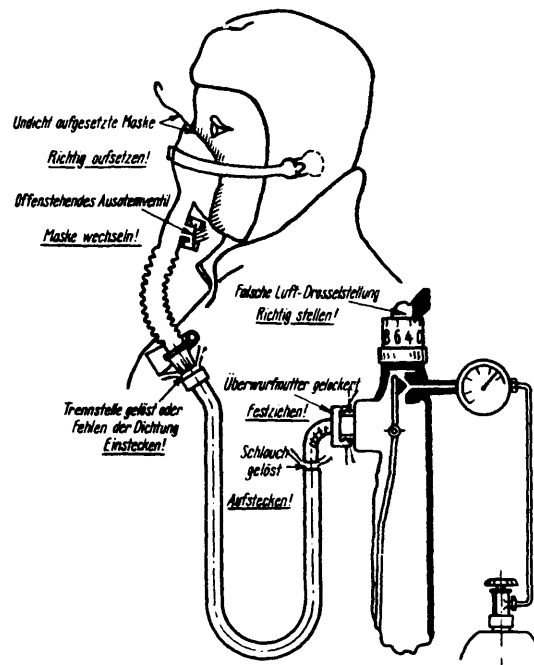


Fig. 72. Peligro de entradas accesorias del aire, durante el suministro con mascarilla. (At. RUFF-STRUGHOLD, tomado de BEZINGE).









	angeschnallt	nicht angeschnallt
unverletzt	 15%	 7,8%
leicht verletzt	 20,5%	 17,2%
schwer verletzt	 3,8%	 15,4%
tot	 30,7%	 59,6%

Fig. 73. Influencia de ir o no ir atado respecto a la gravedad de heridos en accidentes aéreos (Ningún herido, heridos leves, heridos graves y muertos) (RUFF-STRUGHOLD).

En los distintos Centros Especializados se realizaron durante los siguientes años de la Guerra investigaciones de las que merece analizar las siguientes:

1. Investigación de los efectos de las grandes alturas sobre el organismo.

Se estudiaron en Alemania tales efectos desde distintos puntos de vista y bajo la influencia de las más diversas circunstancias:

a) Duración de la conciencia después de interrumpir la respiración de O_2 .

Los estudios se basaron en los trabajos de STRUG-HOLD de 1938, que estableció el llamado "tiempo de reserva", cuyo estudio llevó a cabo en Cámara de Baja Presión, bien retirando la mascarilla de O_2 a una hipopresión determinada o empobreciendo el O_2 por adición de N a la mezcla, test que fue utilizado para conocer la adaptación del individuo a la altura y como entrenamiento del aviador. (323).

LUFT, en 1942, estableció las equivalencias fisiológicas de la altura cuando se respiraba O_2 en relación con aquellas otras en las que se respiraba aire libre. LUFT y OPITZ llegan a la conclusión experimental de que si el tiempo invertido en el ascenso más el invertido en el descenso es menor al tiempo de reserva no aparecen los fenómenos de déficit de O_2 y que si el tiempo de reserva es rebasado, la sintomatología de la hipoxia hace su aparición con una intensidad que irá en función de la altura alcanzada y del tiempo de permanencia, pero que la recuperación se producirá con el descenso con tanta mayor rapidez cuanto menor haya sido la permanencia en la altura desencadenante. Ha de destacarse la especial importancia

que tiene el estar familiarizados con la sintomatología precoz de alarma, lo que permitirá hacer el descenso antes de que un mayor grado de deficiencia de O_2 impida una regresión inmediata a la normalidad con el peligro consiguiente. (324).

b) Aumento de tolerancia a la altitud.

Los alemanes trataron de mejorarla por medio del entrenamiento en Cámara de Baja Presión y por la práctica de ejercicios físicos en la altura.

El entrenamiento en la Cámara de Baja Presión no proporcionó, en opinión de FREY y otros autores alemanes, sensibles progresos.

El adecuado ejercicio en la altura proporcionó, en cambio, de acuerdo con sus experiencias, un aumento extraordinario de la capacidad de adaptación a la altura. Investigaciones llevadas a cabo por BALKE, en 1944, en las montañas del Tirol, condujeron a los mismos resultados, afirmando BALKE, que la mayor tolerancia a las alturas se hace evidente después de un adecuado entrenamiento físico en la montaña.

En cuanto a la determinación del mínimo tiempo necesario para conseguir la máxima adaptación a la altura corresponde a OPITZ el mérito. Experimentó con una cámara portátil que sitúa en Grossglockner a 2.900 metros; en ella practica la descompresión a individuos que previamente han permanecido en la altura estudiando sus efectos, después de someterlos con inhalaciones de O_2 a depresiones equivalentes a los 12.000 metros de altura. OPITZ estimó en diez días la permanencia mínima para lograr un máximo de adaptación.

Interesó también las posibilidades de conservación de esa adaptación y, después de las correspondientes in-

vestigaciones, se llegó a la conclusión, por parte de LUFT, de que el mejor modo de conservar la adaptación a la altura, una vez conseguida, era la exposición durante una hora diaria, seis veces por semana, a una hipopresión equivalente a 5.000 metros, términos que fueron comprobados en sucesivas investigaciones en los años 1943 y 1944.

La adaptación a la altura se consideró necesaria para los pilotos que debían volar por encima de los 12.000 metros en aviones con cabinas no presurizadas y recomendable para aquéllos que lo habían de hacer a alturas de 8.000 metros, especialmente tratándose de pilotos de combate.

Buena parte de las prácticas de adaptación a la altura se realizaron en Alemania con 20 Cámaras de Baja Presión, capturadas a los rusos en el invierno de 1942-1943 que, montadas sobre plataformas móviles, fueron distribuidas, en mayo de 1943, entre distintas unidades dedicadas a vuelos de combate y reconocimiento. Los cursos de entrenamiento de estas unidades se iniciaron en el verano de 1943 y continuaron hasta el fin de la guerra. (325).

LUFT consideró la importancia de los deportes de montaña en cuanto a su utilidad para la adaptación a la altura y los valoró favorablemente.

La Luftwaffe sentó que los vuelos a alturas por encima de los 12.000 metros han de hacerse con cabina estanca, complemento de O_2 y por pilotos entrenados para una mayor tolerancia a la altura. Aconsejó a este efecto la aclimatación en las altas montañas y posterior conservación de esta aclimatación por entrenamiento en Cámara de Baja Presión. Ante la insuficiente dotación de cámaras hubo de pensar en reproducir los efectos de la hipopre-

sión por la respiración de una adecuada mezcla gaseosa, pero los resultados no fueron suficientemente satisfactorios debido a las mayores molestias subjetivas, intolerancias y monotonía de tener que soportar la máscara durante una hora diaria.

También se intentó, durante los años 1943 y 1944, el mejorar la tolerancia a la altura por la administración de preparados farmacéuticos. ROMBERG, LOECKLE y GROSS, utilizaron pequeñas dosis de quinina, clorhidrato amónico y estimulantes circulatorios, sin resultados especiales. Similares fueron las conclusiones recogidas tras el empleo de bases amoniacaes en el Instituto Farmacológico de Heidelberg, y de las enzimas respiratorias en el de Strasburgo. (326).

c) Equipos de oxígeno.

Durante la II Guerra Mundial siguieron utilizándose en Alemania las máscaras del tipo de membrana con regulador, modelo "Membran-lungen", introducido en 1941. No obstante, se utilizó más la diseñada por SEELER, de regulador ajustable y con la que prácticamente no se registraron accidentes. Los fallos fueron generalmente por inadecuado uso.

Se llegó en Alemania pronto al convencimiento de la utilidad del suministro de O_2 en las evacuaciones aéreas, y se apreció su efecto beneficioso, sobre todo para aquéllos que habían sufrido grandes pérdidas de sangre, considerándole indispensable cuando el vuelo había de remontar los 4.000 metros de altura. La contraindicación de evacuaciones aéreas, establecida anteriormente, para traumatizados con heridas penetrantes en cráneo, tórax o abdomen, deja de existir para los médicos alemanes, cuando pueden contar con una correcta administración de O_2 en el vuelo. (327).

d) Efecto de las descompresiones.

Con el aumento de velocidades y logro de mayores techos de vuelo, aparecen con profusión los efectos de las expansiones de los gases del tracto gastrointestinal, cavidades paranasales y caja del tímpano. Fenómeno mecánico, respuesta a leyes físicas, pero facilitado por dificultad anatómica que, en mayor o menor proporción, impide el equilibrio de presiones de esas cavidades semicerradas con el exterior. La sintomatología era casi siempre transitoria y no fue considerada por los médicos alemanes como motivo de baja de vuelo, aunque sí de separación de los vuelos de caza.

FREITAG, en 1942, estudia la aerodontalgia en más de 300 cadetes de la aviación alemana y recomienda prodigar los cuidados de la dentadura, lo que trae consigo el aumento de los Servicios Odontológicos, para la atención del personal de vuelo.

Mucho mayor interés se concedió al estudio de las descompresiones bruscas, que fueron estudiadas en dis-



Fig. 74. Burbujas gaseosas en vasos coronarios de ratas sometidas a hipopresión atmosférica. (KILCHE).

tintos Centros de Investigación Médico-Aeronáutica, destacando en Alemania los trabajos de CLAMANN, BEZINGER, y LUFT. En 1944, el mando sanitario de la Luftwaffe encargó a LUFT el estudio de los síntomas de emergencia en lo que al aspecto médico se refiere, para alturas comprendidas entre 15. y 20.000 metros. Trabajando con cobayas, conejos y ratas, LUFT logró demostrar la formación de grandes burbujas gaseosas dentro del torrente circulatorio, llegando a ser capaces de detener la circulación. Observa, asimismo, LUFT que, cuando el descenso es rápido, sobreviene la atelectasia pulmonar, no distendiéndose el alveolo, a pesar del aumento de presión provocado por el descenso.

La atelectasia se atribuye al hecho de que, si bien los pulmones tras la brusca descompresión estaban llenos de vapor de agua procedente de las burbujas gaseosas desprendidas de los líquidos orgánicos, ceden rápidamente al recuperar la presión este exceso de agua a la sangre y a los tejidos, y las húmedas paredes alveolares se adhieren de tal forma entre sí que el restablecimiento de la presión no tiene fuerza suficiente para despegarlas. Por otra parte, la inspiración espontánea no empieza de forma inmediata, debido a la hipoxia masiva existente.

Contra esta brusca descompresión LUFT propuso el estudio de los sistemas defensivos, y BENZINGER y otros autores alemanes estudiaron el fenómeno del aerombolismo, nominándole "enfermedad de la descompresión" (328). El fenómeno del aerombolismo ya había sido señalado por ARMSTRONG y colaboradores en 1940, en su libro Principes and Practice of Aviation Medicine.

En 1942 autores alemanes simultáneamente con otros americanos, analizaron las alteraciones E.C.G. consecutivas al déficit de O₂, mereciendo destacar a este res-

pecto los trabajos de SCHNEIDER y NOELL.

En 1944, ROMBERG y GROSS estudian los efectos provocados por la acción simultánea del frío y del déficit de O_2 .

e) Test de adaptación a la altura.

Como consecuencia del interés concedido a la instrucción del personal aeronáutico en lo referente a los efectos de la altura desde el comienzo de este periodo, se ponen, a partir de 1942, en práctica varios test de adaptación, siendo tres los más utilizados:

"Test núm. 1: Iba orientado a la familiarización del aviador con la sintomatología de la hipoxia, intentaba reproducir la interrupción del suministro de O_2 a 7.000 metros. Utilizaba mezclas de O_2 y N a proporciones adecuadas."

"Test núm. 2: Pretendía la adaptación del aviador al aeroembolismo y dilatación de los gases. Se realizaba en Cámaras portátiles de Baja Presión, reproduciendo depresiones equivalentes a alturas de 12.000 metros."

"Test núm. 3: Tenía por finalidad la familiarización de los pilotos con las ascensiones rápidas, a alturas superiores a 12.000 metros. Fue utilizado a partir de 1943."

Con un 4º Test, que no llegó a ponerse en práctica, se pretendía someter al aviador a dos descompresiones bruscas: una entre 8.000 y 10.000 metros que daría lugar a las molestias derivadas de la expansión de gases cavitarios, y otra, entre los 10.000 y 15.000 metros, en la que se produciría una pérdida de conciencia que permitiría el conocimiento de la rapidez de recuperación en casos semejantes, no voluntariamente provocados y no controlados". (329)

2. Efecto de las aceleraciones.

En 1944, HENSCHKE, estudia el problema y Von DIRIGSHOFEN intentó evaluar la acción de las fuerzas centrífuga sobre la circulación.

En 1945, GAUER, estudió los efectos de determinadas drogas sobre la tolerancia de las fuerzas centrífugas, sin resultados concluyentes, si bien, pudo observar que, con la adición de CO₂ al aire inspiratorio, mejoraba la tolerancia de 1 a 1,5 g.

En cuanto al problema de determinar la posición más conveniente que debía adoptar el piloto en aparatos de gran velocidad, de futura proyección, pensaron que era la de decúbito prono, la más favorable.

Se hicieron estudios sobre la aceleración radial cabeza-pies del piloto sentado, si bien la atención pronto se centró en las aceleraciones consecutivas a las distintas formas de vuelo acrobático.

Se suscitó el problema de hasta qué punto fuerzas entrífugas de 2 g, aproximadamente, en dirección pies-cabeza, afectaban a la eficacia física y mental del piloto, y los estudios de GAUER y HENSCHKE hicieron en la centrífuga humana hacia finales de 1944, mostraron que durante tales aceleraciones la habilidad sobre el control de vuelo no se efectaba. (330).

En enero de 1945, por orden del mando Sanitario de la Luftwaffe, fueron enviados para su estudio a distintos centros de investigación médica, trajes anti - g hallados en pilotos americanos derribados. KNOTHE los experimenta personalmente y basándose en sus impresiones subjetivas da un informe muy favorable. RUFF, después de un estudio más objetivo, informa en el mismo sentido. No obstante, su uso no fue posible en Alemania por la dificultad de su fabricación en condiciones de guerra ma-

siva.

GAUER sugiere el empleo de pantalones con bolsas de agua entre las telas, para neutralizar las fuerzas desencadenadas durante las aceleraciones. Su uso aumentaba la tolerancia, pero no era practicable en misiones de caza o combate.

Se da también importancia a la aceleración lineal de especial presencia en las aperturas de paracaidas y lanzamiento de asiento.

RUFF y colaboradores, consideran factible el que pueda el hombre tripular misiles, y los ensayos llevados a cabo en Alemania por GARMISCH-PARTENKIRCHEN demostraron esa posibilidad de proyección del organismo humano dentro de un misil. En abril de 1945, los alemanes habían logrado un gran perfeccionamiento de este nuevo sistema volante. (331).

3. Protección médica en los accidentes aéreos.

Distintos Centros, principalmente el de Adlershof y la Sección de Medicina Aérea de Interbog, instalada en la Escuela S. de Aeronáutica, se encargaron en Alemania de la investigación de las causas de accidentes, prestándose atención especial a los accidentes de los paracaidistas, a las catástrofes aéreas y a los aterrizajes de emergencia.

a) Alta frecuencia de los accidentes en paracaidismo.

La estadística de accidentes en paracaidas resultaba alarmante en Alemania. HERBST, estimaba que se producían accidentes de más o menos importancia en más del 50 % de los saltos realizados. Se consideró que

las exigencias de la guerra no permitían un entrenamiento adecuado, y la gran cantidad de lesionados, especialmente de articulaciones de miembros inferiores, con su largo proceso de recuperación, indujo al convencimiento de la conveniencia de que los entrenamientos fueran dirigidos por médicos especializados. Se diseñaron botas más rígidas que sujetaban mejor el pié y que consiguieron reducir la frecuencia de esguinces y fracturas maleolares, aparte de su mayor comodidad para caminar por terrenos montañosos, en caso de caer en ellos. (332).

El esfuerzo del mando sanitario alemán por encontrar soluciones más efectivas en el salvamento de tripulaciones de aviones siniestrados fue encomiable, y la verdad es que se llegó casi al final de la guerra y muy poco se había avanzado. Muy frecuentemente, de la misma manera que de parte de los aliados, los pilotos morían con el avión cuando eran derribados. Sólo unos meses antes del fin de la misma, ingenieros y pilotos llegaron en mutua colaboración al acuerdo de emplear los asientos eyectables que, experimentados con éxito, resultaron ser de gran utilidad en cuanto a la reducción de accidentes mortales. (333).

b) Accidentes aéreos de aterrizaje y emergencia.

Se piensa en que con frecuencia no habrá médico en el lugar del accidente, y de que él o el que preste los primeros auxilios, tendrá muchas veces grandes dificultades para lograr el acceso al interior del avión y extraer las víctimas contusionadas o mal heridas, en la conciencia de que la posibilidad de un pronto auxilio dependerá con frecuencia, la suerte de los accidentados.

NIKNOTHE propuso señalar con rojo las partes por donde discurren los conductos de la gasolina, los

cables eléctricos, depósitos de municiones, etc. Con verde, los espacios libres por donde poder romper las estructuras y penetrar con libertad. También, poner rótulos indicativos en varios idiomas e hizo, incluso, diseños de herramientas de corte que deberían llevar las ambulancias de salvamento.

Como entre las lesiones que sufre el aviador destaca por su trascendencia las de cabeza, bien por golpe o proyectiles, Von DIRINGSHOFEN diseñó, para prevenir estos accidentes, un casco de acero, que si bien es verdad no llegó a tener gran aceptación entre el personal volante por su peso excesivo, sin embargo, fue una valiosa idea que aprovechó SCHNEIDER, construyendo uno de mucho menos peso y provisto de orificios que permitía adaptarle auriculares, que se mostró muy eficaz contra balas y traumatismos craneales. El casco sería aceptado como elemento de seguridad por las autoridades sanitarias alemanas a comienzos de 1945.

Venía, asimismo, preocupando a los médicos alemanes, desde 1943, la protección del cuerpo del piloto. Hicieron ensayos con tejidos especiales que habían probado su eficacia en manos de los americanos, resultando sus pruebas favorables, pero su empleo no pudo generalizarse por carecer de materia prima suficiente. Las fibras sintéticas que propuso en su lugar NIKNOTHE (perlón) no probaron su eficacia.

Para facilitar los primeros auxilios se disponía de un botiquín individual para cada miembro de la tripulación, además de otro de uso común en lugar de fácil acceso a la tripulación, y de un equipo de urgencia instalado en el fuselaje del aparato y abordable desde el exterior. (334).

4. Investigaciones Médicas sobre efectos de las armas de guerra.

En Alemania fue BENZINGER el primero en llamar la atención de la Luftwaffe sobre este problema. A partir de sus estudios sobre los efectos orgánicos de las decompresiones bruscas, mostró BENZINGER interés por la patogenia de las lesiones producidas por las explosiones, estudió el mecanismo de la contusión y conmoción cerebral, consecutivas a la onda explosiva, y la resistencia de los distintos tejidos orgánicos a la misma, sirviéndose de la valiosa cooperación de Físicos, Ingenieros y Biólogos.

5. Estudio de las lesiones producidas por el efecto agresivo de las nuevas armas de combate.

En 1943 se organizaron en Alemania equipos médicos dedicados al estudio de las lesiones por agresiones aéreas, de los que unidades móviles se destacaban al propio lugar del suceso. Los efectos predominantemente observados fueron los producidos por el calor, el óxido de carbono y el fósforo.

En la catástrofe de Hamburgo de 1943, la mayor parte de los lesionados lo fueron por el fuego, no sólo por la acción directa de las llamas, sino también, por la del calor irradiado.

BENZINGER, propuso el empleo de trajes incombustibles y refractarios al calor que, si bien su carestía limitó el uso no permitiendo su empleo para proteger a la población civil, fueron usados con efectividad por determinadas unidades militares.

El óxido de carbono, procedente de fuegos mal ex-

tinguidos, al infiltrarse en locales más o menos cerrados, fue motivo de muchas y graves intoxicaciones, lo que determinó la necesidad de divulgar ciertas instrucciones profilácticas.

Las quemaduras del fósforo procedían de bombas incendiarias, eran muy aparatosas por su fluorescencia en la oscuridad, y se trataron con cobre, si bien se probó más tarde el efecto más favorable del bicarbonato. (335).

6. Influencias térmicas y climáticas en el aviador.

Se plantearon también los alemanes el problema de las muy bajas y muy altas temperaturas. Se concedió por ellos gran importancia al vestido, para la protección del aviador contra las temperaturas extremas. MECHEELS y OFLEIDERER, propusieron fibras especiales, para la confección de los trajes de vuelo, que impregnadas con determinada sustancia no revelada, proporcionaban un buen aislamiento térmico, sin perjuicio de un minimum suficiente de condiciones higiénicas.

Para determinar el grado de aislamiento térmico de los vestidos, se diseñó por los médicos de la Luftwaffe "La cámara fría".

Se estudió el modo de calentar los trajes y la cabeza y se intentó confeccionar un traje con calefacción eléctrica que, aunque ensayado con éxito, no llegó a generalizarse su uso. (336) Con la introducción de la climatización artificial se resolvieron gran parte de los problemas, si bien que, ya a mediados de 1945.

7. Dieta del Aviador.

Se prestó también gran atención durante la guerra, en Alemania, a la dieta del aviador. Sobre la base de la llamada "ración básica de las Fuerzas Armadas", se suprimieron alimentos flatulentos, dando en su lugar otros de similar poder energético, cifrándose el valor calórico total de la dieta del aviador en 3.500 calorías.

Se les variaba, además, la dieta de acuerdo con sus actividades específicas, suministrándoles una ración para antes del vuelo a base de: huevos, farináceos azúcar, leche, pan blanco, mantequilla, y los condimentos necesarios para hacer a los alimentos apetitosos. Para el consumo durante el vuelo se les daba otra ración a base de chocolate, galletas, frutas y caramelos. En los vuelos de larga duración, se les facilitaban raciones de mayor poder energético que contenían: sandwiches variados y bebidas calientes (te, café) contenidas en termos para conservar el calor.

Para los vuelos de alta cota se pensó en establecer una alimentación más cuidadosa. HANSON hizo ensayos en Cámara de Baja Presión con distintas clases de pan y llegó a la conclusión de que la mayoría de las mezclas panificables producen flatulencia y sólo consideró como tolerable, una mezcla a base de trigo, centeno y jugo de lúpulo.

Después de estos y otros estudios experimentales se confeccionó, a finales de 1944, una dieta especial para aviadores que habían de desempeñar misiones de vuelo por encima de los 8.000 metros de altura. Esta dieta consistía fundamentalmente en carne, huevos, leche, mantequilla, azúcar, algún farináceo y vegetales no flatulentos (espárragos, coliflor, zanahoria, fruta fresca

y ensalada) Con ella se pudo apreciar que se reducía la flatulencia, que mejoraba la aportación calórica con menos volumen y que las condiciones físicas del aviador eran sensiblemente favorables. (337).

8. Causas y control de la deshidratación.

Ya en 1942 la Inspección Sanitaria de la Luftwaffe había comisionado a SCHAFER para investigar la sed de los náufragos y su posible solución. Pudo SCHAFER observar en los mismos una mayor concentración urinaria por mayor retención de agua por la sangre y los restantes tejidos. Esto indujo a pensar en la conveniencia del establecimiento de una ración de emergencia para aviadores caídos en el mar, a base de alimentos no favorecedores de la secreción urinaria ni de la sed, pero favorecedores del metabolismo del agua; una dieta de emergencia a base de carbohidratos y grasas parecía apropiada, con la adición del elemento fundamental, el agua potable.

Para el suministro de agua, cabía: a) incluir el agua potable en la ración (inconveniente del reducido espacio de la bolsa). b) lanzársela en paracaídas (no siempre posible). c) que pudiera obtenerla por destilación del agua del mar, proceder que, aunque no generalizado, ya se había llevado a cabo por los americanos, valiéndose de la evaporación, aprovechando la energía solar (338). SCHAFER, propone para la destilación del agua, un procedimiento químico, valiéndose de la zeolita, cuyo resultado fue excelente hasta el punto que este método fue industrializado posteriormente en Alemania.

9. Fisiología de los reflejos y de los sentidos.

Basados en anteriores investigaciones de STRUGHOLD, referentes a los reflejos musculares en hipoxia, se hicieron estudios, durante la guerra, de los mecanoceptores (sentidos de la presión sobre la piel, sentido postural y sentido muscular), y en fecha posterior, ya al final de la contienda, de tiempos de reacción ante la deficiencia de O_2 y durante los efectos de las aceleraciones en la centrífuga.

A propuesta de REHMAN, ex-colaborador de HENSCHKE y BENZINGER, se llevaron a cabo por Fisiólogos y Psicólogos en estrecha colaboración, estudios sistemáticos, sobre si los variados movimientos que requerían el complejo manejo de los nuevos aviones, podía ser perfectamente aprendido de una forma automática, por los pilotos. Esto suponía que había empezado a pensarse en la necesidad de tener en cuenta, al construir el avión, el fisiologismo del factor hombre como tripulante.

También, durante el periodo de la contienda, se prestó atención, por los alemanes, al efecto pernicioso sobre el oído, del ruido de motores y se estudio su influencia sobre la capacidad auditiva, tanto sobre los aviadores, como sobre el personal de tierra, de Aeródromos y Talleres. Consecuentemente, también se estudiaron y tomaron en cuenta las oportunas medidas de profilaxis. (339).

Ya en los momentos finales de la contienda, coincidiendo con un esfuerzo desesperado por intentar superar a las Fuerzas Aéreas Aliadas, los servicios de inteligencia de las F.A. Germanas, informaron del riesgo del vuelo a reacción. Habían observado que los pilotos rectoristas morían espontáneamente sin aparente explicación. Los investigadores aeromédicos atribuyeron es-

tas muertes a las vibraciones ultrasonoras. Luego se vería que esta explicación no era convincente. (340)

En lo referente a la vista, aparte de seguir prestando atención a la agudeza visual, se tomaron en consideración otros aspectos, tales como la visión nocturna y defensa contra los deslumbramientos, la adecuada iluminación del panel de instrumentos, etc.

A este respecto, ya a comienzos de 1944, la Luftwaffe funda Centros especializados de reconocimiento oftalmológico, en los que se presta atención especial a la visión nocturna y en los que se emplea el nictómetro de Comberg y el adaptómetro de Auer.

En lo referente a la iluminación del tablero de instrumentos se consideró, ya en 1941, a la iluminación roja como la más conveniente para la lectura de instrumentos, si bien, poco después fue sustituida por la iluminación ultravioleta, debido, entre otras razones, a que la fluorescencia provocada por la misma, persistía unas dos horas después de haber sido bloqueado el sistema eléctrico. Por otra parte, la luz ultravioleta era poco fatigante y se trataba de instrumentos a los que el piloto había de estar mirando constantemente. (341).

HENSCHKE y ROSE, estudian, desde el punto de vista médico, el uso de gafas para vuelo nocturno y, asimismo, se estudió la posibilidad de mejorar la visión nocturna por tratamientos medicamentosos. (342).

10. Investigaciones psicológicas.

Los test psicológicos que la Luftwaffe venía practicando se suprimen en enero de 1942 para pronto, sentida su necesidad, ser reanudado su uso.

La Luftwaffe, a instancias de su Inspección Sani-

taria, asigna a los Centros de Reconocimiento del personal aeronáutico, Psicólogos o Médicos Diplomados en Psicología, para el estudio de la personalidad, desde los puntos de vista físico, psicológico y mental.

BINGEL, de la Clínica Psiquiátrica de la Universidad de Erlangen, redacta el Informe: "Directrices para el Reconocimiento y Clasificación de la personalidad de los aviadores". Von FELDE, elabora, con minucioso detalle, su Tesis Doctoral, con la colaboración del Psicólogo FISHER; en ella recogía su propia experiencia como Instructor de Vuelo, por lo que su contenido era eminentemente práctico en contraposición con la anterior sistemática de LOTTIG, cuyos trabajos eran más teóricos y especulativos.

WIEDERMANN, Del Instituto Ruff, aborda el estudio de la relación entre determinadas disfunciones somáticas o psíquicas y los accidentes de aviación, estudios que no fueron concluidos.

BRAUNS y VERBERNE reparan en la alta casuística de accidentes entre mujeres que vuelan en veleros deportivos, coincidiendo con la guerra, lo que atribuyen al cansancio psicósomático que experimenta la personalidad de la mujer con dicha incidencia.

Patrocinada por la Inspección Sanitaria de la Luftwaffe tuvo lugar en agosto de 1944, en Gorlitz, una Asamblea de Médicos Aeronáuticos, en la que se discutió el problema de la administración de drogas. Se estudiaron la cafeína y la pervitina, como estimulantes de la capacidad psicofísica de los aviadores y la conclusión fue que la pervitina se utilizaría con preferencia cuando se busca un efecto prolongado, y que el café es una bebida de positivos efectos estimulantes, desprovista de efectos secundarios.

11. Cuidados Médicos específicos del Aviador.

Consideran los Médicos Aeronáuticos alemanes que los cuidados del aviador han de empezar haciéndolos el médico de la Unidad. Ya en los comienzos de 1940 es asignado a cada Unidad de Vuelo, un Médico Diplomado en Medicina Aeronáutica, que sería como un auténtico consejero y consultor permanente de los componentes de la Unidad, a los que observaba y vigilaba. Cualquiera alteración fisiológica o psicológica era objeto de detenido estudio y atención, siendo claramente patentes los efectos favorables conseguidos con su presencia.

El segundo paso en el cuidado del aviador se haría en Centros Hospitalarios, con instalaciones especializadas. El primer Centro especializado para observación y tratamiento, se creó en el verano de 1940, en Colonia, bajo la dirección de Schroder. En él se observaban y trataban los problemas relacionados con el vuelo. En los siguientes años de la guerra se instalaron nuevos centros adscritos a los servicios de Medicina Interna de los grandes hospitales, no sólo en Alemania, sino también en Bruselas, Oslo, Atenas, etc., los cuales tenían dedicado a este efecto unas diez camas. Se prestaba en ellos gran atención a la fatiga de vuelo no reversible por el simple reposo restaurador y a la discriminación de posibles simuladores. Al frente de estas Salas se encontraban Médicos Diplomados en Medicina Aeronáutica e internistas con experiencia neuropsiquiátrica. (343).

Durante este periodo siguen editándose en Alemania las publicaciones médico-aeronáuticas ya existentes, incluso, incrementando su extensión, mereciendo destacar por su importancia La Luftahrtmedizin, editada por BAUER, REIN y STRUGHOLD, que se venía imprimien-

do desde 1936. Aparecen también publicaciones nuevas, entre las que destacan: La Mitteilungen aus dem Gebiet der Luftfahrtmedizin, editadas por la Inspección de Sanidad de la Luftwaffe, que aparece a finales de 1941, editada en tres series: la primera se refería a informes de investigación individual; la segunda, a coloquios sobre Medicina Aeronáutica, y la tercera, a la recopilación y valoración de diversas experiencias en distintos campos de la Medicina.

Finalmente, en 1945, se editan: El Compendio de Medicina Aeronáutica, de RUFF y STRUGHOLD, y la Guía Médica para aviadores, de DIRINGSHOFEN.

En Inglaterra: Cuando comenzó la II Guerra Mundial la Medicina Aeronáutica no estaba unificada en Inglaterra, dependiendo del Ministerio de Aviación Civil, del del Aire y del de Sanidad.

Con el inicio del conflicto se siente la necesidad de tal unificación y se crea aún dentro de 1939 el "Comité de Investigación del personal volante", dependiente de la Secretaría de Estado para la Aviación, a donde va a confluir toda la información y los trabajos realizados por el Laboratorio Fisiológico de las Reales F.A., que había sido creado en Farnborough y conocido a continuación con el nombre de Instituto Médico Aeronáutico de las R.A.F., el Departamento Psicológico de la Universidad de Cambridge, y los Comandos de los Oficiales Médicos de los Aeródromos.

Desde los comienzos de la contienda hubo de enfrentarse la R.A.F. a los problemas de selección y conservación de aptitud. En un principio siguieron utilizándose los mismos test que venían empleándose desde

1919: los "Flak Phisical Efficiency test", que se aplicaban con la finalidad de determinar el estado somato-psíquico de alerta, la adecuada visión, el buen tono muscular, el perfecto sentido equilibratorio y los correctos tiempos de reacción.

Durante la guerra se añade un test sensitivo-motor otro de estabilidad y un test de descompresión.

Se observa que un 25 % de los individuos rechazados lo era por defectos sensitivo-motores, y el 75 %, por motivos temperamentales.

En el test de descompresión se sometía a los pilotos en la Cámara de Baja Presión a alturas similares a aquéllas en que aparecía, cuando lo hacía precozmente, el aeroembolismo. Observaron los médicos aeronáuticos ingleses que, en el 25 % de los individuos sometidos al test experimentaban "Bends" a alturas aproximadas a los 10.000 metros.

También se hizo uso del "Escotometry test", test de visión nocturna, de gran ayuda en la selección de pilotos de caza y vuelo a ciegas.

Fue, asimismo, creado un test de eficiencia auditiva, para el que se valían de un gramófono-audiómetro, explorando las frecuencias de 250 a 4.000 c/s.

Como consecuencia de la creación en Quebec de la primera Organización Internacional de Aviación Civil, se aceptan tres nuevos test de Selección Psicológica: "The Fugter Controllers", "Controlled Approach" y "Grid location test".

Los dos primeros problemas de vuelo de altura que se plantearon a los ingleses fueron:

1. Enseñar la necesidad de O₂

2. Dotar a las tripulaciones de O_2 con el mínimo gasto.

El vuelo de los bombarderos alemanes, los JU-86 a alturas de 13.000 metros obligó a los ingleses a alcanzar las mismas cotas, planteándoseles el problema de prevenir los "Bends" y de comprimir el O_2 .

El vuelo del Teniente Adams, a 16.450 metros de altura había evidenciado la insuficiencia del traje de sobrepresión con cabina abierta, y pudo verse cómo con el empleo de la cabina de sobrepresión y chaleco protector, el problema quedaba resuelto.

El aumento de velocidad de los cazas exigió un más preciso estudio de las aceleraciones radiales. Se precisó una resistencia normal del hombre de 5 g, durante 4 segundos, pero pronto pudieron comprobar que esta resistencia resultaba insuficiente en cuanto, por las maniobras acrobáticas, aumentaba la fuerza centrífuga a límites más elevados, y los medios anti-g resultaban insuficientes cuando no perjudicales.

Pudieron observar cómo la elevación del "palonnier" en 20 cms. hace que el piloto adopte la "crouch position" que permite 2-g más de tolerancia. Asimismo, apreciaron que los pantalones anti-g permitían ganar otras 2-g.

En el I.M.A. de la R.A.F. se experimenta con un dispositivo para despegar la cabina y proyectar el asiento hacia arriba por medio de una carga explosiva. Por el test de "Martin Baker" pudieron calcular el máximo de fuerza que es capaz de soportar la columna vertebral en el lanzamiento del asiento, evaluándola en 20-g, durante 1/10 de segundo.

También buscaron los Médicos del Instituto un test capaz de predecir una mayor posibilidad de accidentes

aéreos, fallando todos los psicológicos y psiquiátricos, a excepción del "Cambridge test", con el que observaron un aceptable paralelismo entre su grado de ejecución y el éxito profesional de los examinados.



1) Aceleración de 5,8 g. Las partes blandas de la cara se abaten, los párpados superiores caen, aparece el velo negro.



2) A + 6 g, los párpados es difícil mantenerlos abiertos, hay un ligero estrabismo convergente y comienza la desorientación psíquica.



3) Sincope



4) La fuerza centrífuga ha vuelto a ser de sólo + 1,5 g. La desorientación cesa y el velo negro desaparece



5) A + 1 g., recuperación completa. La cara retorna a su fisonomía normal.

Fig. 75. Fotografías tomadas en vuelo por STEWART, mostrando el efecto de las fuerzas centrífugas de sentido cabeza-asiento. (Grandpierre, pág. 147).

La fatiga, la ansiedad y el vuelo nocturno, son considerados como los principales agentes etiológicos del accidente. Se aprecia el valor profiláctico de la simplificación de los mandos, y el buen estudio de las causas y detalles de los accidentes se considera de gran importancia, en cuanto que aporta enseñanzas del mayor provecho.

El problema de la supervivencia, en el caso de

caídas o lanzamientos forzados en el mar fue motivo importante de estudio para todas las fuerzas combatientes pero, en especial, para las inglesas y americanas, por las exigencias de sus rutas. En 1942 idearon un traje de inmersión para pilotos, que permitía flotar cara hacia arriba, aún en mares agitados, a individuos, incluso, inconscientes. Las pruebas a que se sometieron médicos anestesiados con permanencia de varias horas en el agua helada, fueron satisfactorias, por lo que dicho traje fue aceptado por las R.A.F. (344).

En el mismo año de 1942, la Dirección General de los Servicios Médicos de la R.A.F., creó el cargo de Oficial Médico con plaza en vuelo, en cada puesto de mando de la R.A.F. La labor de esta medida fue pronto calificada de muy satisfactoria, ya que los resultados positivos se hicieron en seguida patente.

La investigación médico-aeronáutica inglesa durante este periodo de la II Guerra Mundial se ocupa también de otros problemas, tales como: la protección visual del aviador, la fatiga por ruidos y modo de evitarla, los cascos de vuelo, el estudio del confort y fatiga de las cabinas, el frío y su relación con los equipos de vuelo, el límite de tolerancia de concentración de gases en la cabina, etc.

El objetivo primordial que durante esta II Guerra Mundial se había exigido a la Medicina Aeronáutica inglesa era el de mantener la eficacia operativa del personal volante.

Se valoraba mucho que los Oficiales Médicos responsables de los cuidados y entrenamiento psíco-fisiológico de las tripulaciones tuviese conciencia de los efectos orgánicos del "stres" de vuelo a través de experiencias personales.

La labor de la Medicina Aeronáutica inglesa durante esta contienda fue calificada de muy favorable, en cuanto a eficacia en el rendimiento de las tripulaciones, seguridad del vuelo, y el útil asesoramiento prestado (en determinadas características) a las industrias constructoras de las aeronaves.

La práctica de los programas médico-aeronáuticos puestos en juego, se había traducido en las estadísticas, en la consecución de resultados muy favorables: de un 90 % de accidentes debidos a error humano en la I Guerra Mundial, se había a continuación pasado a un 60, antes de la II Guerra a un 20 % y, finalmente, en la II Guerra a un 12 % solamente. (345).

En Francia: Al comienzo de la II Guerra Mundial por necesidad urgente que imponen las circunstancias, el Servicio de Sanidad del Aire es organizado de hecho. El Laboratorio Médico Fisiológico del Ejército del Aire se establece en Burdeos, bajo la dirección de BEYNE. Más tarde, se crea un Laboratorio fijo en Nancy y al mismo tiempo varios equipos móviles de él dependientes, que se desplazan a los diferentes campos de aviación.

Durante la ocupación alemana las investigaciones prosiguen, bien que con moderada intensidad, en el marco universitario con escaso control y falta de conexión.

Coincidiendo con la extensión de la guerra a África del Norte, se crea en la Facultad de Medicina de Argel, el Laboratorio Médico Fisiológico del Ejército del Aire, bajo la dirección de MALMEJAC.

En enero de 1945 comienza a funcionar un Centro de Estudios de Biología Aeronáutica del Servicio de Sanidad del Aire, con sede en París y al frente del cual estaría GRANDPIERRE, Centro éste que, a la terminación de la gue-

rra contaría con toda una serie completa de Laboratorios de: Fisiología Experimental, Fisiopatología, Química Biológica, Físico-Química, etc., que es utilizado para la enseñanza de los médicos jóvenes de Sanidad del Aire. Este Centro de Estudios dispone, además, de Laboratorios anejos temporales, ubicados en los campos de aviación.

El Centro de Estudios es completado por un servicio de documentación que reúne y clasifica metódicamente, con miras a su utilización para la continuación de las investigaciones y para la instrucción del personal de vuelo, los conocimientos adquiridos por la observación y la experimentación en las diferentes ramas de la actividad de la Medicina Aeronáutica, tanto en Francia como en el extranjero.

El control médico de la aptitud fisiológica del personal navegante de la Aviación Civil y Militar, es confiado en Francia a Centros de Exámenes Especiales, instalados en París, Burdeos, Tolón y Argel. El Centro de Exámenes Médicos de París, funciona como Centro de Superespecialidades, fue organizado y dotado del más completo material en 1945: Servicio de audiometría, con cabina sonoamortiguada, instalaciones para el estudio especializado de la visión, incluido la nocturna; Servicio de E.C.G., Cámara de Baja Presión, etc. A este Centro le fueron confiados importantes investigaciones sobre fisiología del aviador.

El Servicio de Sanidad del Aire francés hizo un gran esfuerzo para organizar al mismo tiempo que los cuidados médicos al personal y la Selección del personal navegante, el reclutamiento, e instrucción del personal médico, el funcionamiento de los servicios técnicos y de sus Laboratorios de Investigación.

La Aviación Civil creó un Consejo Médico, asisti-

do por un cierto número de Subcomisiones. Muchas Facultades de Medicina recibían subvención del Servicio de Sanidad del Aire, para ocuparse de Investigaciones de Medicina Aeronáutica, y algunas imparten enseñanzas de Medicina Aeronáutica a jóvenes médicos. (346).

En Italia: Con la eclosión de la II Guerra Mundial en la que Italia toma parte activa en 1940, se ve primero frenado el valor progreso de la Medicina Aeronáutica para luego prácticamente detenerse, por paso del personal Médico Aeronáutico a los Servicios de guerra, llegando, incluso, a suspenderse en 1943, la Rivista di Medicina Aeronautica.

No obstante, fue en 1942 cuando, fruto del trabajo de años anteriores, sale a la luz el Tratado de Medicina Aeronáutica de A. MONACO, GENELLI y MARGARI, que es recibido con gran satisfacción por los entusiastas de la Medicina Aeronáutica, tanto en Italia como fuera de ella.

Distribuido en tres volúmenes: En el primero trata las nociones fundamentales de la Medicina Aeronáutica (PISTOLESI); la Respiración, Sangre y Circulación la describe MARGARIA; el Sistema Nervioso en vuelo lo tratan TALENTI y de MEO; COLAJANNI la Función visual; CASELLA, la Auditiva y MALAN, las Vibraciones.

El segundo volumen está totalmente dedicado a la Psicología aplicada a la Aviación y está escrito por GENELLI.

El tercer volumen contiene la Patología Médica Aeronáutica, tratada por MARULLI y CORNELLI; la Traumatología por CATERNA; la Medicina Legal Militar y Aeronáutica por MARULLI; la Selección fisiológica de pi-

lotos, por TALENTI; la Higiene Aeronáutica, por MONACO y CORNELLI; la Organización Sanitaria Aeronáutica, por SIMONETTI y, finalmente, el Transporte Aéreo Sanitario, escrito por MARINUCCI. (347).

Desde la guerra con Etiopía hasta septiembre de 1943, fecha del Armisticio con los Aliados del segundo conflicto Mundial, el Cuerpo Sanitario Aeronáutico debe afrontar una guerra combativa en diversos frentes, desplegar una importante acción médico-quirúrgica en Enfermerías y Hospitales especializados, practicar múltiples salvamentos y socorros aéreos, principalmente en el mar, atender a accidentados o heridos en el vuelo, hacer profilaxis sanitaria de enfermedades de carácter contagioso, prestar asistencia psíco-fisiológica al personal navegante, etc.

Los Servicios Sanitarios de Italia durante la II Guerra Mundial fueron organizados y dirigidos por el General Médico ROSOLINO MEREU.

El número total de enfermos y heridos evacuados en Italia por vía aérea durante la contienda, fue superior a los 16.000, siendo la mayor parte de los aparatos empleados los "CA-133 Sanitario" y los "S-81 de bombardeo" con capacidad para seis heridos acostados y cinco sentados. Además, cada avión Sanitario tenía capacidad para un médico y un ayudante, para prestar asistencia médica abordado. Por este medio se trasladaron a los Hospitales italianos gran parte de los heridos de los frentes de África y Rusia.

También se emplearon los "Chibli" usados como pronto socorro; los "Caut Z-506" y los "Savoia Marchetti 66", debidamente preparados y con un Oficial Médico abordado.

Asimismo, se utilizó por esta época la aviación en la cooperación en la lucha contra la malaria, esparciendo el verde París, tanto en zonas de la metrópoli, como

en Albania y Libia, por lagunas y pantanos infectados.

Se prodigaron en Italia durante esta época, como consecuencia de las necesidades, la creación de Hospitales regentados por médicos aeronáuticos, especialmente para prestaciones de cirugía y traumatología, mereciendo mencionar por su importancia el de San Camilo en Roma -llamado después Litorio-, y el Cagliariare, en Cerdeña, construido en una caverna natural, buscando la preservación de la aviación enemiga.

También se instalaron en Italia, Centros de Convalecencia, para el personal navegante afecto de fatiga de vuelo, siendo el más importante uno fundado en San Remo. (348).

En Suiza: durante la II Guerra Mundial, se realizaron estudios de Medicina Aeronáutica, fundamentalmente en lo referente a los efectos de la deficiencia de O_2 , en el Laboratorio de JUNGFRAU, situado a una altura de 3.355 metros y que contaba con una Cámara de Baja Presión móvil. (349).

En Argentina: La Aviación Sanitaria se organiza en la Argentina a partir de la I Conferencia Panamericana de Aviación Sanitaria (Montevideo, 1939), creándose el Servicio de Aviación Sanitaria por Decreto del 27 de noviembre de 1940, con la misión de asistencia médica individual o satisfacer exigencias colectivas de orden sanitario. Se sirvió de aviones Sanitarios adquiridos del Presupuesto Nacional, y el Departamento Nacional de Higiene aporta el personal Médico, así como la Dirección General de la Aeronáutica Civil, los pilotos y mecánicos.

En enero de 1945 se crea en La Argentina la Secreta-

ría de Aeronáutica (Secretaría de Estado), integrada por la Aeronáutica Militar y los Organismos, Direcciones Generales y demás Dependencias militares y civiles, que constituían hasta ese momento el Mando Supremo de la Aeronáutica.

Esta Secretaría de Estado absorbió la Aviación Militar en perjuicio del Ministerio de la Guerra, pero no así a la Aviación Naval, que siguió perteneciendo al de Marina.

Por Decreto de febrero de 1955, se crea en La Argentina el Instituto de Medicina Aeronáutica, que comprende: Centros de Selección y Control Psicofisiológico del personal navegante, Centro de Investigación de Medicina Aeronáutica y Cursos de postgraduados de Medicina, Farmacia, Odontología y Bioquímica.

Por Decreto del mismo año se crearon las Juntas Médicas Superiores para el personal con funciones abordo y paracaidistas, así como para el personal aeronáutico que no tiene funciones abordo (pista, talleres, bancos de prueba, etc.). (350).

En Japón: En las Academias del Ejército y de la Armada, ya antes de la II Guerra Mundial se habían enseñado los efectos de la anoxia y de la altura. Durante la Guerra se dieron cursos de Medicina Aeronáutica de dos semanas de duración. Se estudió la fatiga de vuelo, se realizaron trabajos sobre drogas y dietas y se crearon Centros de reposo para pilotos.

El Coronel YAMAGATO realizó, en la Academia Militar del Ejército: test de visión coloreada y nocturna y estudió el campo visual y la fatiga visual del vuelo. Comprobó que los ciegos al color tenían mejor visión nocturna y significó la posible gran influencia desencade-

nante de las alteraciones visuales en la fatiga de vuelo.

Los japoneses administraban a sus pilotos, sin duda con la intención de mejorar sus aptitudes, ciertos medicamentos cuya composición mantenían en secreto y a los que daban nombres un tanto alegóricos (píldoras del valor, de la alegría, etc.). Para mejorar la visión nocturna, empleaban unas píldoras que, al parecer, fundamentalmente contenían hígado de tiburón. (351).

Estados Unidos de América: A pesar del progreso que había logrado en los años inmediatamente anteriores a la Guerra en Fisiología de altura; conocimiento de las aceleraciones, presurización de cabinas, equipos de O_2 y trajes; y de lo que continúa investigando en este periodo antes de su entrada en la misma, la realidad es que en sus primeros contactos con la contienda sufrió serios reveses, por indudable descuido de una correcta aplicación de sus conocimientos médico-aeronáuticos al empleo de los aviones.

Durante este periodo de la II Guerra Mundial se estudiaron en EE. UU., fundamentalmente, los problemas del vuelo de altas cotas: problemas de anoxia, suministro de O_2 , del frío, de la presurización de cabinas, de descompresión y de las aceleraciones.

Prosiguieron de manera muy especial los estudios de la anoxia. ARMSTRONG precisa las presiones de O_2 , CO_2 y vapor en el alveolo y evidencia cómo la hipernea de altura disminuye las tensiones de CO_2 y de vapor.

HAILMAN, trabajando en ratas, llega a la conclusión de que la presión parcial de O_2 crítica para la vida debe estar alrededor de los 65 m.m. de Hg.

Partiendo de que a una presión del O_2 alveolar de 100 m.m. de Hg. la sangre se satura de un 25 % de su capacidad, y que la presión alveolar de O_2 desciende al disminuir la presión atmosférica y se va haciendo más incompleta la saturación en O_2 de la sangre arterial, se puede ver que debido a la afinidad de la Hb. por el O_2 la sangre arterial se satura todavía en un 80 % cuando la presión alveolar del O_2 ha decrecido hasta 54 m.m. de Hg., lo que corresponde a 14.500 piés.

WIGGERS y WATERS fijan esta situación inmediatamente por encima del nivel crítico, en el que aparecen los trastornos graves, y esta saturación del 80 % de O_2 puede en su sentir utilizarse como línea arbitraria que separa la hipoxia de la anoxia.

En este estado de anoxia anoxémica no sería posible sobrevivir largo tiempo cuando el volumen por ciento del O_2 en sangre está reducido al 40 % contrastando en que un enfermo anémico sí vive en buenas condiciones. La explicación estaría en que en el primer caso -del aviador en la altura- la tensión de O_2 en sangre disminuye justamente con la alveolar y no lo hace en el segundo (CRAIG y BEECHER, 1943).

Se hicieron estudios sobre "el techo del aviador" y se observan fluctuaciones desde 15.000 a 30.000 piés, con mejor tolerancia de los jóvenes, llegando a la conclusión de que el techo no está determinado solo por la altitud, sino que guarda también relación con la velocidad de ascensión, duración, frecuencia de las ocasiones, eficacia de los mecanismos compensadores y con el desarrollo de la anoxia ectásica o anémica.

Se pudo comprobar que la adición de 0,01 % de monóxido de carbono disminuye la saturación de O_2 de la sangre en un 10 % a los 10.000 piés de altura, lo que puede explicar la menor tolerancia a la anoxia en caso de pre-

sencia del gas por fugas, etc.

Pudieron ya precisar que ya a alturas de 7.000 a 10.000 piés se produce un aumento de la profundidad respiratoria y que el aumento de la frecuencia empieza a ponerse de manifiesto a partir de los 15.000 piés, siendo esta ventilación alveolar compensadora al tender a elevar la tensión alveolar del O_2 en relación con la tensión atmosférica, a la vez que disminuye el CO_2 alveolar (hipocapnia).

GESELL (1940), dice que la anoxemia creciente sería estimulante de los quimio-receptores del seno carotídeo que por mecanismo reflejo determinaría la consiguiente disnea, que a su vez arrastra más CO_2 , lo que conduce a la acapnia motivante de la inhibición directa del centro respiratorio (352). Por este motivo se alteraría el equilibrio ácido-base, desviándose en los primeros momentos al lado alcalino (CLARKE, 1944) para pronto, en virtud de la entrada en juego de mecanismos compensadores y las bases en exceso se eliminarían por el riñón o emigrarían a los tejidos (HENDERSON, 1938).

También estudiaron los autores americanos el efecto de la anoxia sobre la retina y Mc. FARLAND y WEVER, afirman que, tanto el dintel lumínico, como las dimensiones del campo visual, visión coloreada, intensidad discriminativa, y la adaptación a la oscuridad, resultan alteradas por la anoxia. (353).

Aimismo, estudiaron los efectos de la anoxia sobre aparato digestivo, constatando disminución de las secreciones y de los movimientos intestinales, disminución de las contracciones gástricas del hambre y del tono del estómago. Aprecian una prolongación del tiempo de evacuación del estómago, que se normalizaría al verificarse la aclimatación a alturas superiores a los 16.000 piés. La anoxia prolongada provoca náuseas y vómitos por estímulo

de los centros bulbares (VAN LIRE) (354).

Respecto a la respuesta del aparato cardio-vascular a la anoxia, describe un aumento de la frecuencia cardiaca y del volumen minuto, ligera elevación de la presión sistólica y pocas modificaciones o inalterabilidad de la diastólica (ASMUSSEN y KEYS y otros) (355).

Durante la hipoxia progresiva, equivalente a reducción del O_2 a un 12 % al nivel del mar o al aumento de altura hasta los 14.000 piés, aumenta el volumen de expulsión cardiaco, sobre todo por el ritmo acelerado del corazón.

La disminución del O_2 , a menos del 12 % a altura superior a los 14.000 piés, coincide con una saturación de la sangre del 80 % -de O_2 - cifra crítica que pondría en marcha los mecanismos cardiacos compensadores. Para GREEN y WEGRIA la dilatación permanente de los vasos coronarios sería providencial. Al alcanzar los límites de este mecanismo compensador se tiende a invertir la onda T del E.C.G. y a elevarse el espacio S-T (WHITE y RAUDALL) no siendo probable la producción de lesiones miocardiacas definitivas (GRAYBIEL). Reducciones de volumen al 6-7 %, equivalentes a 25.000 piés de altura, producen crisis cardio-respiratorias.

La máscara de O_2 que se utilizaba por los americanos antes de entrar en la contienda, La BLB de la Clínica de Mayo, planteó durante la misma, el problema de su vulnerabilidad al hielo, ya que se quedaba fuera de servicio a -65° F., temperaturas que se daban en las torretas abiertas de los bombarderos y en posición de ametralladoras. Los estudios en este sentido llevaron a la equipación de los aviones, a partir de 1943, con sistemas de O_2 a la demanda que contaban con un regulador que podía dar aire por debajo de los 5.000 piés y aumentar

la proporción de O_2 a medida que se asciende para llegar a la proporción de 100 % de O_2 puro al llegar a los 33.000 pies.

Tenía este sistema de suministro la ventaja de ser resistente a la congelación, proporcionar O_2 en la cantidad demandada por el piloto y ser más económico.

Se llegó a la evidencia de que para alturas superiores a los 33.000 pies había que dar el O_2 a presión, y se adoptó el sistema presión-demanda, con el que el O_2 llega a los pulmones con presión positiva por medio de regulador que mantiene durante todo el ciclo respiratorio una presión sostenida en la máscara de 2 a 6 pulgadas por encima de la presión ambiente.

Con el O_2 puro el techo de un aviador medio podía ponerse a 40.000 pies de altitud -correspondientes a unos 10.000 pies si no se lleva O_2 -; con el uso del equipo de presión se pueden alcanzar techos de 43.000 pies y en determinadas condiciones de hasta 50.000 pies. (356).

Son estudiados también los efectos del FRIO, teniendo en cuenta esas diferencias de temperatura, a 35.000 pies, de $-55^{\circ} C$ ($-67^{\circ} F.$) con las que existen en tierra, por ejemplo, en una región templada, lo que exige del piloto una rápida adaptación, aumentando la producción de calor y disminuyendo las pérdidas, lo que es posible sólo dentro de ciertos límites, produciéndose en otros la muerte o congelaciones importantes, si no se dispone de trajes protectores capaces de mantener en parte la temperatura.

Se experimentan y utilizan varias clases de fibras y tejidos. HALL, que estudia este problema en 1942, detalla la dificultad de afrontar cambios tan bruscos con la ropa, las dificultades de volumen y limitación de movimientos de las ropas gruesas, las necesidades de mayor

protección de cara mano y pies, coincidentes con la necesidad de usar las manos, a veces, sin guantes a temperaturas extremadamente bajas, capaces de producir congelación en sólo breves minutos.

Por otra parte, por el efecto del frío, al disminuir las pérdidas de calor, se llega a una sobrecompensación que reduce el aporte sanguíneo periférico hasta situaciones peligrosas. Paralelamente se observaron reacciones psíquicas que van desde el miedo a la somnolencia y al estupor.

ARMSTRONG distingue tres tipos de transición de la temperatura que conduce a pérdida progresiva de actividad y eficacia: entre 30° y 40° F. se precisarían ropas gruesas y guantes, la de -10° F., en que se dificulta la visión por hielo de las gafas, y la de -20° a -40° F., en la que por falta de vestimenta adecuada aparecen reacciones físicas y mentales. (357).

PICARD estudia el fenómeno de formación de burbujas. Dice que así como en los buzos la máxima velocidad a que se puede disminuir la presión sin riesgo alguno es a la mitad, en los aviadores para que los síntomas aparezcan el ascenso ha de ser rápido y hasta una altura de 32.000 pies $-1/4$ de atmósfera-. Para PICARD se requiere la íntima unión de $27,6 \times 10^6$ moléculas de N al reducirse la presión de 5 a 1 atmósfera, y de 690×10^6 moléculas para formarse una burbuja al reducirse la presión atmosférica desde 1 a $1/5$ de atmósfera.

En el líquido cerebro-espinal se inicia, en los animales de experimentación, la formación de burbujas a los 18.000 pies. (358).

Se establece en 30.000 pies de altura crítica en que aparecen en sangre y tejidos orgánicos, para velocidades de ascenso de entre 200 y 12.000 pies por minuto.

Se comenzaron a utilizar cabinas presurizadas, con las que los aviones militares pudieron elevarse por encima de los 20.000 pies, sin necesidad de llevar O_2 mas que para caso de emergencia. Son cabinas herméticas en las que se disponen distintas presiones en su interior, presiones no conflictivas. Suponen las cabinas presurizadas la desaparición de los problemas de anoxia, de las molestias subjetivas de oído medio, senos y abdomen. Suprimen la formación de burbujas aéreas y de los aumentos de la presión intracraneal. Por otra parte, no eliminarían los efectos de las aceleraciones y crearían el problema del acondicionamiento del aire y el peligro de la descompresión brusca.

Desde el punto de vista de la protección de las tripulaciones, hay que distinguir tres tipos de presurización:

- a) Mantenimiento de la presión de la cabina a niveles de altura en que no es necesario el continuo uso de O_2 , o sea, por debajo de 10.000 pies. Se utilizaría en los aviones de bombardeo.
- b) Niveles de presurización que exigen del uso constante de O_2 , manteniendo la altura ficticia en la cabina a nivel o por debajo de aquel en que los trastornos de descompresión -de producirse accidentalmente- serían prácticamente insignificantes. Se mantendría, en este caso, la cabina a 25.000 pies o por debajo. Se utilizó en los cazas "Jet".
- c) Presurización suficiente para mantener la cabina dentro de altitudes ficticias de O_2 crí-

tico", o sea, por encima de los 40.000 pies. Se utilizaría solo en ascensos experimentales, como el X-1, que exigiría gran entrenamiento práctico y oxigenación previa.

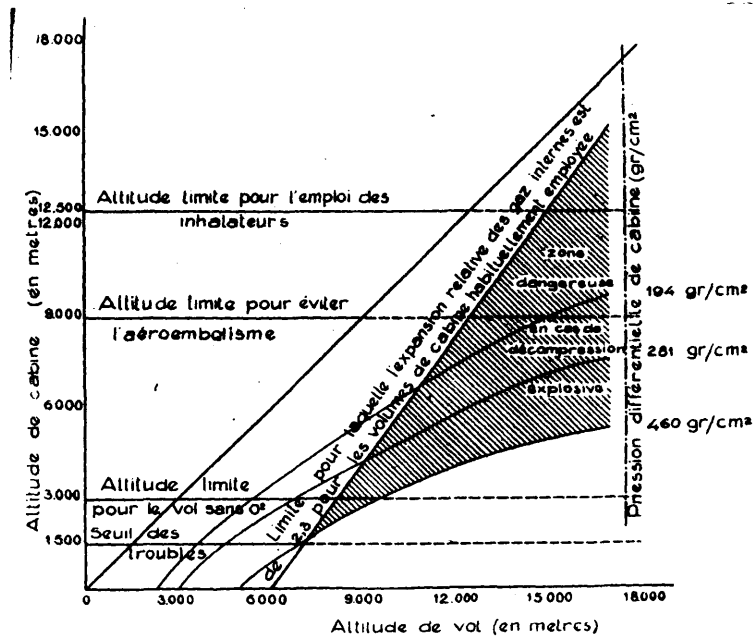


Fig. 76. Presión de la atmósfera en el interior de cabinas a presión diferencial constante. (GRANDPIERRE).

El uso de las cabinas presuprizadas presentaba un nuevo reto, el problema de las descompresiones explosivas.

Desde los estudios de ARMSTRONG, DILL, GAGGE y SWEENEY, se supo que los factores más significativos de descompresión son los relativos a la expansión de gases

y el momento en que se produce.

HARVEY y colaboradores (1944) creen que los ahogos y dolores favorecidos por la actitud de flexión estarían determinados por distensión de las vainas colágenas o de las trabéculas que distienden las fibras o terminaciones dolorosas, y distorsiones vasculares o nerviosas consecutivas a las lesiones aéreas.

La relativa expansión de gases viene dada por el nivel dentro de la cabina en relación con la altura real del avión.

Para vuelos a 40.000 piés, con cabina alrededor de 10.000 pies, la expansión relativa de gases del cuerpo es de 5/1 y puede ser realmente peligroso. A 63.000 piés la expansión no tiene límites y la sangre hierve.

En casos de descompresión brusca, el tiempo de la misma es dependiente del tamaño del orificio producido por el fallo estructural en relación con el volumen de la propia cabina. Pronto pudo verse que la resistencia del organismo vivo a la descompresión explosiva es relativamente grande.

En general, la descompresión explosiva puede tolerarse, si el tiempo de descompresión es de varios segundos.

El peligro es relativamente pequeño en ciertos bombarderos o aviones comerciales debido a que el volumen de la cabina es relativamente grande en relación con el orificio. En cambio, en los cazas, en los que la abertura probable es grande en relación con el volumen de la cabina, el tiempo de descompresión es, quizá, de una fracción de segundo, por lo que la brusca expansión de los gases del interior puede producir lesiones graves. En estas condiciones la mejor solución es, o reducir la presión diferencial, o usar trajes protectores que presio-

nen el pecho dentro de sus límites de expansión. (359).

Preocupa también a los médicos aeronáuticos norteamericanos, el estudio de las aceleraciones. Se estudian sus efectos, el hecho de la no percepción de velocidades uniformes, incluso, muy importantes, como el caso de la Tierra alrededor del Sol, de 12,4 millas por segundo, y la percepción clara del cambio de velocidades a dinteles muy bajos.

CARLSON, IVY y otros, estudian el descenso en paracaídas, fijan la velocidad de caída en el mismo (una vez estabilizada) en 171 millas por hora a los 31.400 piés de altura, y no poco menos (de 112 a 158) a alturas inferiores, y que, aparte de los efectos psíquicos de caída a través de la atmósfera, no tiene efectos sobre el organismo, incluso, a alturas de 30.000 piés desde el punto de vista de la aceleración o del aporte de O_2 (HORVATH), y cuando se abre el paracaídas (ya con velocidad de caída constante) se desarrolla una aceleración negativa de 4 a 6 G con sus constantes efectos. Al tocar tierra en un descenso normal el efecto es el de una caída desde una altura de 1 a 3 metros, y si el paracaídas no se abriera chocaría sobre el terreno con una fuerza de 360 a 720 G.

Se estudiaron también otras aceleraciones lineales: positivas, las que se producen en el aeroplano hacia arriba, adelante, o a la izquierda; negativas, las de sentido contrario a las anteriores, las del lanzamiento en catapulta y las de los impactos en tierra.

Se comprobó también, el efecto protector de la sujeción de la cabeza y el cuerpo contra el asiento y respaldos, y del empleo de cascos almohadillados o del almohadillado de toda la cabina (GREEN).

Asimismo GREEN estudió la fuerza centrífuga en las distintas maniobras, haciendo concreciones sobre la mag-

nitud de la misma.

Se hicieron estudios importantes sobre los efectos fisiológicos de las aceleraciones, que aunque ya estudiadas por TSCHERMAK, JONGBLOED, NOYONS, RANKE, SCHUBERT, RUFF STRUGHOLD y DIRINGSHOFEN, son revisadas y ampliadas por ARMSTRONG, GREEN y HAM.

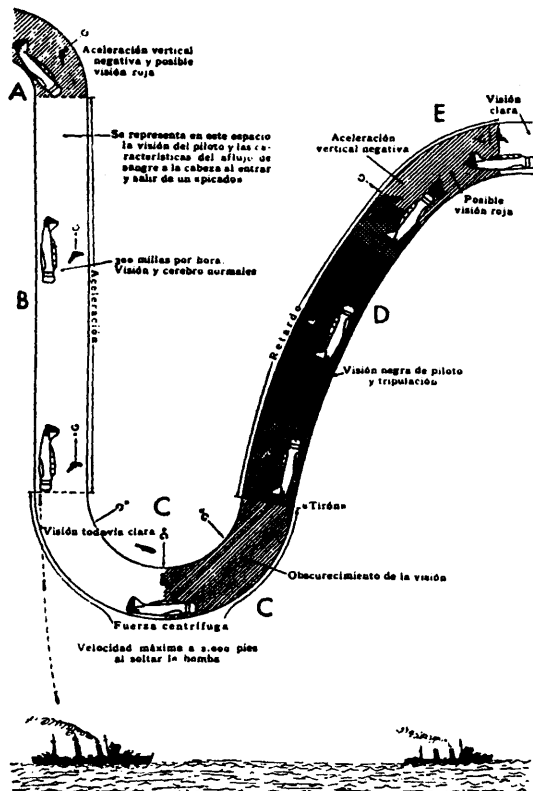


Fig. 77. Dibujo representativo de los efectos de la aceleración, retardo, fuerza centrífuga, picado y "tierra". Sobre los planos verticales y transversales del organismo en vuelo (De Phys. Asp. Flyng Tech M. TM-1-705. WAR. Dep. U.S.A.)

Al principio de la II Guerra Mundial, los pilotos de combate desafiaban el riesgo de la visión negra con relativa frecuencia.

Por los últimos años de la guerra todavía se creía que 3 o 4 G podían producir grandes efectos en el hombre en sólo varios segundos, y que cuando duraban 15 o más minutos, llegaban a determinar estados de confusión mental. Se pensaba también que las G negativas no tenían importancia respecto a las maniobras de combate y es que realmente no estaban presentes en ellas.

El traje anti G surgió entre los norteamerica-

nos como resultado de sus investigaciones aeromédicas y con él la tolerancia del hombre se hizo, incluso, mayor que la del avión. Esto impulsaría a un esfuerzo en pos de mejorar las condiciones del avión que, a su vez, engendraría nuevos estímulos para continuar la búsqueda de equipos con aún mejores condiciones.

El traje anti G que se utilizaba al final de la Guerra era una especie de mono que no cubría ni brazos, ni piernas y que se utilizaba como complemento del traje de vuelo normal. Ejercía presión sobre abdomen, pecho y muslos, por medio de bandas de goma que se inflaban automáticamente con sistemas valvulares al aumentar las fuerzas de la aceleración.

Ofrecían una protección de hasta 1,2 G adicionales, lo que suponía más que lo que podía soportar un avión de los que estaban en servicio.

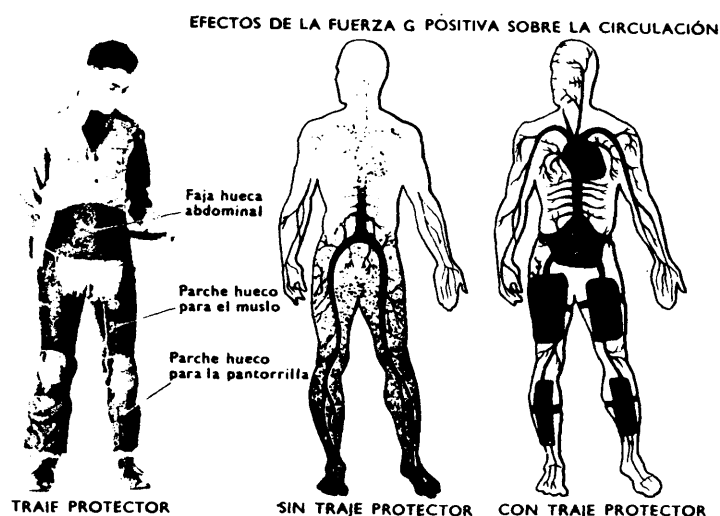


Fig. 78 Las bolsas del traje inflan y desinflan automáticamente, según aumente o disminuya la fuerza G positiva, su aumento de presión impide la peligrosa acumulación de sangre en las partes inferiores del cuerpo (La G.E.M.)

Un traje ante G ligero, semejante a un traje de vuelo de verano, protegía brazos y piernas, añadiendo una presión adicional. La protección total que proporcionaban era de 2,8 a 3 G. (360).

Se estudió también el órgano laberíntico en aviación, valorándose su estimulación por los movimientos de rotación, inclinación y aceleraciones.

BRUNNER atribuyó al sistema otolítico cierta im-

portancia en la percepción de los distintos movimientos si bien llega ya a la convicción de que el laberinto no está preparado para el vuelo, careciendo de eficacia al valorar los cambios de velocidad, apreciados fundamentalmente por la vista, las sensaciones profundas y por los instrumentos de abordo. (361)

Es más, pronto pudo apreciarse que el laberinto proporciona con frecuencia, durante el vuelo, informes erróneos, pudiendo producir sensaciones de ascenso durante el giro o de caída vertical al salir de una vuelta, lo que confunde al piloto con grave peligro. Además, pudo también comprobarse que la hiperestimulación del laberinto puede conducir a desorientación con sensaciones de caída e ilusión de giro. Un slogan inunda el entorno aeronáutico norteamericano: "EL AVIADOR HA DE APRENDER A MENOSPRECIAR SUS PROPIAS SENSACIONES, FIANDOSE SOLO DE SUS INSTRUMENTOS".

En Rusia: Al progreso de la Medicina Aeronáutica de los años 1930-1940, sigue una decadencia que arrastraría a la supresión casi total de los Laboratorios de Medicina de Aviación que, prácticamente, sólo se mantenían en el Servicio de la Armada, antes ya de que estallara -sin su participación- la II Guerra Europea.

Los Servicios Médicos de las Unidades de las F.A. dependían de la Administración Médica del Ejército que encerraba en su seno el Instituto Experimental de Medicina de Aviación y el Departamento Clínico del mismo Instituto.

De este corto periodo, anterior a la entrada de Rusia en la contienda merece destacar algunas aportaciones aisladas:

En el "All Union" Instituto Experimental de Medicina, se estudia la hipoxia desde distintos puntos de vista: ZELMANOVA (1940) observa como consecuencia de sus estudios con perros, a alturas ficticias en Cámara de Baja Presión, de 6.000 a 8.000 metros, un aumento de los niveles de urea y ácido láctico, en el jugo gástrico. MALKIMAN aprecia un incremento de los residuos sólidos y de la acidez del jugo gástrico en la altura. El propio MALKIMAN, en 1941, obtiene en perros con estómago de Pavlov datos significativos de una reducción de ácido del jugo gástrico, después de su estimulación, tanto con pan como con una solución alcohólica. SHIK, URIEVA y BRAITSEVA, en 1940, realizan pruebas de adaptación a la hipoxia, valiéndose de breves y repetidas inspiraciones de O_2 empujado con mezclas de gases y, sobre la base de los datos obtenidos, opinan que los quimio-receptores sinu-carotídeos toman parte en los procesos reguladores ante la presencia de ligeros efectos hipoxémicos y concluyen que los mecanismos adaptativos -manifestados por intensificación de la respiración, aumento de la actividad cardíaca, elevación de la presión sanguínea y contracción del bazo- se efectuarían por vía refleja. MARSHAK y VOLL, en 1941, muestran que en la hipoxia la suplenia de sangre en la cabeza aumenta y en los órganos internos disminuye. (362).

En el Laboratorio Experimental de Arshavskii, dependiente del mismo Departamento, fisiólogos y patólogos inician, asimismo, trabajos en 1941, sobre los efectos de la anoxia. Se valen de perros adultos, cachorros y neonatos. Aprecian una mayor sensibilidad a la hipoxemia de los neonatos, refieren que los perros adultos pueden pervivir en aire que contiene sólo un 4 % de O_2 , mientras que los cachorros de 16 a 18 días, necesitan concentraciones del 14 al 15 % de O_2 para poder vivir.

Posteriormente, KRASNOVSKAYA establecería que la falta de adaptación circulatoria y respiratoria de los

cachorros a la hipoxia sería motivada por la falta del nervio sinusal-aórtico de posterior desarrollo.

Asimismo, el propio ARSHAVSKII comprobaría, dos años más tarde, , la peor tolerancia a la hipoxia en los niños que en las personas adultas. (363).

En la Academia Médico Militar de Kirov, merece destacar los trabajos de PANCHENK (1941) que estudia el efecto de la hipoxemia sobre ciertas funciones del S.N.C. humano. Analiza las variaciones de los reflejos y esferas sensoriales a varias alturas, en muchos miles de individuos sanos y en un grupo de pacientes que sufren diversas enfermedades orgánicas del S.N.C. (esclerosis múltiple, Parkinson, Syringomielia). Unos y otros eran ascendidos a 6.000 y 7.000 metros, en Cámara de Baja Presión y registradas las variaciones de sus reflejos y de su sensibilidad. Los cambios son para él manifiestamente patentes a 7.000 metros en unos y otros, pero en el grupo de enfermos detectables ya a más bajas cotas. (364).

En el Instituto de Medicina de Aviación: VORONTSOVSKII investiga, en 1941, las reacciones renales a la presión atmosférica reducida y concluye que la reacción diurética -en condiciones de baja temperatura- variaba de unos individuos a otros, y que la aparición de hipoxemia no determinaba diuresis significativa pero que en cambio al compensar la hipoxemia aparecía oliguria

SKRYPIN, en 1941, analiza gases en sangre y equilibrio ácido-base en cortos periodos a presión atmosférica reducida. Constata que una hora de vuelo a 5.000 metros motiva una tendencia a la alcalosis pero que los mecanismos compensadores evitan que el pH sufra alteración alguna.

APOLLONOV continuó, en 1941, con el estudio de

los aparatos de suministro de O_2 .

SKRYPIN estudia las reacciones de la sangre y confirma la conveniencia de entrenamientos en Cámara de Baja Presión. Aconseja promedios de diez o doce ascensos con intervalos de cuatro días a alturas de 5.000 metros y permanencias de una hora. Afirma que en estas condiciones la aclimatación se conserva dos o tres semanas. La comunicación de ROZENBLYUM "Mejorando la tolerancia del organismo al vuelo de altas cotas", publicada en este mismo año en el libro Medicina de Aviación, es asimismo importante a este respecto.

SKRYPIN y FAINBERG observan las alteraciones de la sangre roja y atribuyen a la Hb. un importante papel en la adaptación a la altura. Establecen la entrada en juego de mecanismos reguladores que mejoran el déficit de O_2 , en el ascenso a 5.000 metros, y piensan que la presión parcial del O_2 en el aire alveolar se eleva de ascenso en ascenso; que el nivel de O_2 de la sangre arterial se eleva y que la alcalosis es casi enteramente compensada, que la reacción de la sangre permanece dentro de límites normales porque el nivel de bicarbonatos en sangre es reducido; que la aceleración del pulso se hace menos pronunciada, el ritmo respiratorio se normaliza y la fotosensibilidad de los ojos mejora. Asimismo que se observa poliglobulia debida a la movilización de los órganos de depósito que vuelven a la normalidad después de una a tres horas. Afirman que la adaptación a la altura se mantiene de 1 a 1 $\frac{1}{2}$ meses (ROZENBLYUM, 1941) y que es conveniente el entretenimiento en Cámara de Baja Presión, como medio para aumentar la tolerancia a la altura. (365).

Con la entrada de Rusia en la Guerra los Servicios Médicos de las F.A. se enfrentaron con complicados problemas; en primer lugar, con la necesidad de una reorga-

nización radical, que duraría hasta 1944.

La reorganización de los Servicios Médicos de las F.A. va pareja con la reorganización general de la F.A. y alcanza base sólida a mediados de 1942 en que se fundan los Cuerpos de caza, vuelo rasante, ataque y bombardeo. A estos Cuerpos se asignarían mandos independientes que incluían jerarquías médicas.

En 1943 cada Comanda de las F.A. tenía sus propios Hospitales, atendidos por el personal médico de las F.A. y que disponían de su propio cirujano, oftalmólogo, O.R. L., terapeuta, neurólogo y especialista de piel y venéreo.

Con la organización de estos Hospitales vino a hacerse posible la evacuación eficiente de enfermos y heridos de vuelo. Los pacientes eran evacuados desde las Bases al Hospital del Comando y según indicación eran desde allí transferidos al Hospital Central de las F.A. o a los Hospitales especializados del frente.

El final de esta reorganización se culminaría con el desarrollo de un ordenado plan de profilaxis y terapia de las F.A., introduciendo, a finales de 1942, las Casas de Reposo y estableciendo Laboratorios móviles de Higiene y Epidemiología.

En el lugar del abolido Instituto de Medicina de Aviación aparece el Laboratorio de M.A., adscrito al Departamento de Fisiología de la Academia Militar de Kirov, con BRESTKIN como Jefe y bajo la supervisión de ORBELI.

La total reorganización del Servicio Médico de las F.A. fue una necesidad impuesta por el gradual crecimiento de la F.A. y sus nuevas tareas de guerra y, fundamentalmente por la necesidad de formar un Cuerpo de Médicos de vuelo, capaz de desempeñar eficientemente las exigencias

médicas de tales tareas.

El paso de muchos médicos oualificados de vuelo a otras Unidades, exigió su reemplazo por médicos de la reserva, lo que obligó al urgente establecimiento de Bases de entrenamiento para médicos de vuelo, problema no resuelto hasta el segundo periodo de la guerra en que comenzaron Cursos de Entrenamiento en el Departamento de M.A. del Instituto Central, cursos de dos a seis meses de duración que comprendían un periodo de entrenamiento clínico en Hospitales.

Desde el principio de la Guerra surgen problemas nuevos. Se hace, en primer lugar, necesario el establecer raciones de emergencia para accidentados o forzados desembarcados en sitios aislados. Se estableció una Ración de Emergencia que vino a ser usual en el equipo de los primeros meses de la contienda. Constaba de 3 botes de leche condensada, 3 de carne conservada, 800 gs. de biscuit, 300 gr. de chocolate y 400 gr. de azúcar, con un total de 12.190 calorías, más que suficiente para un hombre durante tres o cuatro días.

Se prestó también desde el primer momento atención al mantenimiento de las tripulaciones, regulando el número de misiones y haciendo provisiones y, a partir de 1942, el Mando de las F.A. distribuyó una serie de instrucciones sobre misiones a encomendar y sobre el derecho automático del personal de vuelo a descansar después de cierto número de misiones.

Se dedicó especial atención a la Fatiga y sobreesfuerzo. Por iniciativa de antiguos médicos de vuelo, se organizaron Casas de Reposo para las tripulaciones.

Se mejoraron las Unidades de Transporte de Enfermos y Heridos. Se hizo entrenamiento de pilotos en cuan-

to a las reglas de su propio auxilio y ayuda mutua y se mejoraron los equipos de primeros auxilios llevados a bordo del avión, estableciéndose el núm. 1, grande y el 2, pequeño. La base de los mismos es material de vendaje, Iodo, ungüento antiequemaduras y medicamentos diversos.

Al mismo tiempo se hace un estudio de la racionalización de los distintos tipos de equipo protector del aviador. Se diseñaron cascos y corazas protectoras. Se emplearon líquidos especiales anti-ignición, con los que se impregnaban las ropas para caso de fuego; si bien esto ya, en los períodos tercero y cuarto de la guerra.

La Evacuación Aérea ayudaría al transporte de enfermos y heridos; antes de la Guerra había en Rusia de 300 a 350 aviones sanitarios. En el segundo periodo, pasaron a 430, y en el tercero, a 691 aviones. Además, los aviones de transporte de cargas colaborarían en su regreso en el transporte de enfermos y heridos. Consecuentemente hubo que preparar personal auxiliar de transporte.

Ya en el comienzo de la Guerra se disponía de documentación sanitaria elaborada por el Cuadro Médico de las F.A.: Manual del Cuadro Médico de las F.A. (1941); Instrucciones para el Examen de las Tripulaciones de Vuelo (1941); Instrucciones de las condiciones físicas y estado de salud de las Tripulaciones Aéreas.

En 1941 se dieron instrucciones por el Comisariado sobre Reconocimiento de tripulaciones, normas que tendrían vigencia toda la Guerra aunque con ciertas correcciones hechas en el segundo periodo. En este segundo periodo se volvió a los Exámenes Periódicos obligatorios, suprimidos durante el primero y se organizaron Archivos del resultado de las pruebas, aunque no por un procedimiento unificado. En el tercer periodo de la Guerra este trabajo se unificó con un nivel de procedimientos bas-

tante aceptables. Los reconocimientos pasan de los Hospitales a manos de los Médicos Aeronáuticos, con evidente mejoría.

Las Publicaciones periódicas se suspenden en su mayoría durante la guerra. En la primera mitad del 1941 salieron a la luz en Rusia, 120 documentos científicos sobre Medicina Aeronáutica; en la segunda mitad, sólo 16. En 1942, sólo aparecen 33 publicaciones; 10 en el 43; 46, en el 44 y sólo 38 publicaciones en 1945.

Los Institutos de Investigaciones Científicas que continuaron trabajando fueron: El Instituto de Medicina Aeronáutica, La Academia de Medicina Militar de Kirov, La Academia de Medicina Naval, El Laboratorio Central de Exámenes Médicos de las Fuerzas Aéreas. El Departamento de Medicina Aeronáutica del Instituto Central para el Fomento del Entrenamiento Médico y el Instituto de Fisiología de la Academia de Ciencias. Los médicos del Archivo General contribuirían al trabajo científico y práctico. (366).

El Instituto de Medicina de Aviación dedica su atención a los problemas de: Patogénesis de la Enfermedad de Descompresión, Variaciones de la presión del l.c.r. en condiciones de presión reducida y Problemas relacionados con la adaptación del S.N.C. a la altitud.

Respecto a la Patogenesis de la Enfermedad de Descompresión, los estudios comenzaron en 1940 y continuarían hasta 1943, encargándose de ellos el equipo formado por ISAKOV, MILYAGIN, ROZENBLYUM y SHIK.

Establecen los autores que durante la primera hora de respiración de O_2 , tanto a presión normal como a 8.000 metros, el organismo humano libera de 450 a 650 c.c. de N, y que durante el ascenso a 4.000 metros, 10 minutos, sólo se eliminaban 100 c.c. de N.

Ofrecen nuevas ideas sobre la etiología de la enfermedad de descompresión, tales como: "déficit de O_2 ; Provocación de enfermedad reumática, etc. Refieren que, observaron los efectos de la descompresión en 13 sujetos predispuestos y que al hacerles respirar O_2 puro desde 3 horas antes de ascender en la Cámara de Descompresión (2 horas de 10.000 a 12.000 metros) 10 de los 13, no mostraron síntoma de enfermedad descompresiva, y que en los otros 3 aparecieron síntomas ligeramente notorios. Concluyen que no cabe implicar solo a las leyes física-químicas, sino también, a los factores fisiológicos. (ISAKOV y colaboradores, 1941 y ROZENBLYUM, 1943).

La demostración experimental de la etiología del Nitrógeno en la Enfermedad de Descompresión se llevó a cabo, en el Instituto, con cabras que permanecían 3 o 4 segundos a alturas de 9.500 a 10.000 metros. AUTOPAY reveló la presencia de burbujas y embolias gaseosas abundantes en venas subcutáneas, mesentéricas, en la porta y en las coronarias, invariablemente en los vasos sinoviales, raras veces en el l.c.r. y ocasionalmente en la arteria pulmonar.

Comprueban estos autores la "etiología del cajón" en la Enfermedad de Descompresión, al mismo tiempo que concluyeron que el desarrollo de los síntomas no se corresponden con el conocido coeficiente de descompresión de HOLDEN, ya que durante el ascenso el coeficiente de sobresaturación permisible estaría por encima de esa cifra de 2,25 que da HOLDEN.

En la creencia de que los factores biológicos jugaban un gran papel en la patogenia de la enfermedad descompresiva, prestaron especial atención al papel de las influencias reflejas emanadas de los viscerorreceptores intestinales, concluyendo ROZENBLYUM que la influencia refleja de los viscerorreceptores intestinales era importante en el desencadenamiento de los "desórde-

nes del cajón" (1943).

. IVANOV estudia las variaciones de la presión del 1. c.r., y describe que el desencadenamiento del vértigo en la altura es independiente del suministro suficiente de O_2 (1940). En una Comunicación de 1941 expone los primeros datos sobre elevación de la presión del 1. c.r. cuando ascendían perros o conejos a 9.000 metros. Posteriormente estableció que la presión del 1.c.r. se elevaba en todos a la altura de 6.000 a 7.000 metros, lo que ocurría en el hombre ya a los 4.000 metros y que esta elevación era menos pronunciada si se respiraba O_2 en la altura. La inspiración de mezclas de O_2 empobrecido (en el suelo) motivaba, asimismo, aumento de la presión del 1. c.r., pero no tanto como en la altura. De esto se inferiría que el aumento de la presión del 1.c.r. y consecuentemente de la intracraneal, era el resultado del efecto simultáneo de la presión reducida y de la anoxia.

La adaptación del S.N.C. a la altura fue estudiada en función de un analizador tan ajeno como el ojo. Se pudo observar una merma en la fotosensibilidad del ojo después de la adaptación a la oscuridad durante ascensos repetidos a 5.000 metros, así como apreciar que durante el primer ascenso fue la disminución de la fotosensibilidad muy acentuada, disminuyendo de manera menos significativa en los siguientes, para ser muy ligera en el sexto.

SUBBOTNIK publica, al final de la Guerra, un artículo sobre estimulantes. Analiza los efectos de la cola en el que expone que dando al individuo con hipoxemia por administración de O_2 al 10 % un preparado de cola la fotosensibilidad del ojo permanecía normal. Experimentando con cafeína los efectos fueron por el contrario inestables.

BORSHCHEVSKII en otro artículo (1945) trata el

"examen de los desórdenes vegetativo-vestibulares que acompañan a los traumatismos craneales cerrados". Para ello investiga con 200 pilotos que han sufrido traumas craneales y en los que él es incapaz de descubrir "visibles desórdenes laberínticos" por el examen clínico, y que sólo por el método cumulativo en el 70 % de ellos pudo detectar desórdenes vegetativo-vestibulares. Considera que pueden ser aceptados para el vuelo aquellos que padecen desórdenes ligeros, mientras que los que presentan desórdenes severos deberán ser dejados en tierra por tres o cuatro meses.

MIROLYUHOV, GUREVICH, MALYSHKIN y SPIVAK trabajan sobre la etiopatogenia de las enfermedades gástricas en los pilotos. Realizan sus observaciones en 98 hombres hospitalizados por padecimientos gástricos. En sus conclusiones excluyen la conexión "enfermedad-trabajo" y aseveran que el vuelo no trae consigo riesgo de enfermedad gástrica.

PLATANOV en una Comunicación de 1944, se ocupa de los grados de fatiga, dicha Comunicación es rica en material, pero esquemática. Sienta la afirmación de que no deben enviarse al sanatorio sino grados específicos de fatiga (caracterizados por insomnio pronunciado, reducción muy marcada de la eficiencia, etc.) y que los demás pueden curarse en casa.

En 1945, aparece el nuevo Manual sobre métodos de Exámenes confeccionado por los Médicos Aeronáuticos examinadores bajo la dirección de SOBENNIKOV que aprovechan la riqueza de datos aportados por la gran cantidad de reconocimientos realizados en los años anteriores (367).

La Academia Médico-Militar de Kirov, evacuada a fines de 1941, sólo aparecen en ella catorce Comunicaciones en 1942; tres en 1943 y siete en 1944, para resurgir en 1945 con quince Proyectos de trabajo.

La anoxia continúa mereciendo la atención preferente de los Departamentos de Fisiopatología, Fisiología Normal y Bioquímica. PETROV, en 1942, resurge la idea de añadir CO_2 al O_2 en la altura, hace pruebas en ratones con cantidades del 2 al $2\frac{1}{2}\%$, en condiciones de anoxia, y termina aconsejando las concentraciones reducidas de CO_2 . Su error radicaría en creer que los efectos a presión atmosférica normal se repetirían en condiciones de presión reducida.

DANILOV estudió los cambios gaseosos de los tejidos durante la respiración en hipoxemia, estudios que reflejó en Comunicaciones de los años 1941-43 y posteriormente del 47.

PETROV estudió en 1942 las variaciones de la demanda de O_2 en animales con desórdenes funcionales del S.N.C., debidos a variados grados de anoxia.

PELISHENKO detectó, en 1943, las desviaciones agudas ácido-alcali, en músculos y sangre, en condiciones de anoxia y pudo precisar que a mayor acidez en el músculo correspondía mayor nivel alcalino en la sangre.

ALEKSEEV (1945) investigó el efecto dinámico-específico de las proteínas en la altura, demostrando que la causa principal de las variaciones era el efecto térmico y que no había lugar a la disminución de las proteínas en las raciones de la altura.

LEBEDINSKII investigó la función visual, estudió las variaciones de la presión intraocular, significa la ausencia de paralelismo entre ella y la presión sanguínea, paralelismo que sí se daba, si antes se extirpaban las glándulas adrenales (LEBEDINSKII, 1945).

MKRTYCHEVA y SAMSONOVA estudian, en 1944, las variaciones del límite de saturación del color en atmós-

ras pobres en O_2 a 5.000 metros, evidenciando que la sensibilidad al rojo y amarillo aumentaba y al verde y al azul disminuía considerablemente. Pudo también apreciarse que la conservación de imágenes en la retina también se alteraba con la altura, que a 3.000 metros aumentaba, pero que a partir de 4.000-5.000 metros la duración se hacía cada vez más corta a la vez que crecía la latencia, siendo la persistencia más corta en el color verde. Para ALEKSANYAN se trataba de una intensificación de los procesos inhibitorios del analizador visual. (1945) El diámetro pupilar dependía de la tolerancia individual a la anoxia, a 6.000 metros en personas resistentes a la altura la pupila se dilataba y en las poco resistentes se contraía, y en el grupo intermedio, primero se dilataba para luego inmediatamente contraerse. La sección de los nervios oculomotores y simpáticos no se acompañaba de variaciones de la pupila, pero la eliminación de los ganglios simpático cervicales superiores e inferiores hacía que la pupila se dilatara en la altura. Para TATARSKII (1942) estos cambios se deben a la adrenalina.

Se estudiaron también los efectos de los estimulantes sobre la función visual a presiones barométricas distintas. Se vió que en condiciones de hipoxia se reducía la cronaxia de los músculos antagonistas, se aliviaban las sensaciones de la hipoxia, mejoraba la electrosensibilidad del ojo, aumentaba el período de latencia de la persistencia de las imágenes visuales, se reducía el tiempo de esa permanencia y se reducía la sensibilidad del aparato visual al proceso de adaptación a la oscuridad (VOLOKHOV y ZAGORULKO, 1944).

KOMENDANTON y PIVOVAREY estudiaron el entrenamiento a la descompresión rápida en evitación de problemas de oído medio, pudiendo comprobar que es posible tal entrenamiento.

BARBASHEVA, GALISTKAYA y SEGEEV, (1944) estudia-

ron en 50 individuos la posibilidad de mejorar la tolerancia a la anoxia por entrenamiento en Cámara de Baja Presión, comprobando su utilidad, estando la razón del hecho no tanto apoyada en bases somáticas como psicológicas.

CHENIKAEVA (1945) estudia la anhidrasa carbónica en sangre, a presión reducida, y concluye que ante la hipoxia leve sin hiperventilación se elevaba su nivel, pero en la hipoxia profunda con hiperventilación descendía.

Particular interés tienen los estudios de VINOKUROV y otros, bajo la dirección de BRESTKIN, referentes a la influencia de las aceleraciones. Su trabajo conjunto con el Instituto de Investigaciones Aeronáuticas, puede considerarse el primero realizado por la Medicina Aeronáutica soviética en esta materia. Publican los autores un informe preliminar en 1944, pero sería en 1946 cuando saldría a la luz su Monografía Nuevos datos sobre efectos de las aceleraciones en el organismo del aviador, que contiene gran cantidad de investigaciones en vuelo e importantes estudios sobre el ángulo de las reacciones del S.N.C. Cometen el error, siguiendo los postulados de SCHUBERT de 1937, de desechar el estudio de las reacciones del sistema cardiovascular y conceder gran importancia a los trastornos del S.N.C., concluyendo que las aceleraciones producen drásticos trastornos en la actividad del S.N.C., expresados en reducción de la memoria, aumento del tiempo de respuesta, distorsión del sentido del esfuerzo muscular y disminución de la coordinación de movimientos, con lo que se ve reducida la eficiencia del piloto.

Concluyen que la combinación de los efectos de la aceleración y de la anoxia acarrea trastornos visuales profundos, trastornos de coordinación de movimientos y retardo y errores en la solución de problemas y en las respuestas. Otro error de los autores fue el creer que los procesos que se producían en la rotación centrífuga

eran totalmente diferentes a los ocurridos en vuelo, lo que motivó la detención de fabricación de centrífugas y consecuentemente de los trabajos sobre aceleraciones. Dos conclusiones de sus estudios, son de especial importancia: 1ª la de que la tolerancia a la aceleración aumentaba en la postura del piloto de acostado hacia atrás; y 2ª, que los desórdenes del S.N.C. durante las aceleraciones, persisten un minuto después de terminar.

POPOV (1942) estudia la reacción vascular nasal bajo la influencia de las aceleraciones y establece que durante la aceleración la hiperemia nasal se reduce cuando la dirección de dicha aceleración actúa en sentido céfalocaudal y aumenta en la caudo-cefálica. La extirpación experimental del laberinto no modificó esta reacción.

También se hicieron por parte de la Academia trabajos sobre problemas de evacuación aérea, profilaxis traumática de los pilotos y tratamiento de la tosferina por ascensos en Cámara de Baja Presión. PIVOVAROV (1945) estudia detalladamente varios métodos de protección del aviador contra heridas, diseñándose a iniciativa suya chalecos contrabalas, trajes, cascos, máscaras, guantes, etc. VAIL (1943) hizo observaciones con 20 niños que padecían tosferina, practicándoles 2 a 4 ascensiones en Cámara de Baja Presión a 3.000-3.500 metros durante 36 minutos y obtiene efecto positivo en sólo 3 o 4 casos, lo que le induce a considerar su empleo como poco aconsejable. (368).

Con motivo de la Guerra cesó bruscamente la actividad del Laboratorio Psicofisiológico que fue evacuado a Sverdlovsk donde se instaló el Consejo Central de Exámenes bajo la dirección de SAMTER, al mismo tiempo que se abre un Departamento de Medicina Aeronáutica en el Instituto de Investigaciones Científicas de Aviación Civil al que pasan varios miembros del Laboratorio Central.

EFIMOV, que fue designado Consultor de Psicología, para reemplazar a STRELSOV, tardaría algún tiempo en ponerse al corriente en las cuestiones médico-aeronáuticas. Su primer trabajo en colaboración hace referencia a las "cualidades físico-químicas de la saliva" en condiciones de balanceo y anoxia. Investiga tensión superficial de la saliva en 60 sujetos sometidos a balanceo en columpio y aprecia caída marcada de dicha tensión, concluyendo que la intensificación de la salivación estaba en íntima relación con el mal de altura.

Las tres siguientes Comunicaciones del equipo de EFIMOV hacen referencia a los "efectos fisiológicos de la deficiencia del O_2 sobre el organismo del piloto". La primera, de 1942, ofrece datos de 20 sujetos que respiran mezclas de gases con un 8-10 % de O_2 , aportando datos sobre cambios de la rapidez del pulso y cambios bioquímicos, concluyendo que la hipoxemia debilita la capacidad nerviosa, lo que atribuyen a un agotamiento de las neuronas corticales. Los otros dos escritores hacen referencia a las alturas cómodas de los pasajeros durante el vuelo y las conclusiones a sus observaciones para vuelos sin suministro de O_2 fueron:

"1º Vuelos de 2.000 a 2.500 metros son confortables durante cuatro horas para la mayor parte de los pasajeros; si bien, para los más débiles el tiempo debe reducirse a dos horas.

"2º Los vuelos a 3.000 metros, son confortables durante una hora.

"3º Los vuelos de 3.000 a 4.000 metros, son confortables sólo durante 20 minutos.

La actividad científica del grupo de médicos del Consejo Central de Exámenes aportó datos de 28.000 reconocimientos de personal de vuelo correspondientes al período 1933-1944, experiencia que condensaría SAMTER en su Tesis Doctoral La Teoría y Práctica de los Exámenes Médicos del

Personal de Vuelo en Aviación Civil (1944), libro que constituye una importante aportación a la Medicina Soviética de Aviación, ya que comprendía el estudio de todos los problemas que plantea el examen de los aviadores. Insiste en él SAMTER en la importancia del examen individual para asegurar el estado de salud del aviador. Hace referencia a la importancia de los exámenes periódicos sistemáticos en beneficio de la mejor salud de los aviadores; dice que los examinadores médicos han de dejar de ser simples mandatarios al servicio de los problemas exclusivamente selectivos.

Los diez Capítulos de que consta el libro de SAMTER comprenden todas las Especialidades Médicas relacionadas con la selectividad de los aeronautas. En cada caso trata los puntos de vista sobre la importancia de uno u otro standard y los índices para asegurar la competencia del aviador. Se encuentra, en suma, en el libro la respuesta a todas las preguntas sobre cualquier problema de examen, puesto al día, y se cita importante literatura sobre el tema. Refleja en él, el autor, sus puntos de vista en la Selección (primero psicofisiológico; después psicológico puro y su final huida de esta tendencia) y afirma: "La moderna Psicología no está en posesión de la única técnica efectiva para establecer la prognosis de la aptitud de vuelo" (369). "En el actual nivel la Psicología es incapaz de abrir las puertas de la Escuela de Vuelo a cualquier individuo" (370). "Los métodos psicológicos de Selección son inoperantes" (371). Sobre la reacción del organismo ante el vuelo no basa sus puntos de vista en el estado de salud de la persona, sino en su actividad en cuanto al vuelo, no tiene en cuenta el factor vocacional, se opone a que el hombre pueda agotar su aptitud para el vuelo; dice que la proporción de enfermedad del S.N. en los que vuelan es pequeña y la proporción de baja por tal razón mínima (372); concluye que el vuelo no tie-

ne influencia sobre el organismo (373).

STRELTSOV y su trabajo: Encargado de la Dirección del 2º Departamento de Medicina de Aviación, creado por el Comisariado en 1939, en el Instituto de Medicina de Moscow, recopila textos y escritos, selecciona lecturas e instala equipos de laboratorio con Cámara de Baja Presión.

En 1940 publica STRELTSOV cinco documentos sobre efectos de los vuelos de altura, sobreesfuerzo y acción de la anoxia sobre el S.N.C. En el más importante trata de la "Naturaleza de las molestias desarrolladas durante el vuelo de altura". En él manifiesta sus dudas sobre el papel del N en la enfermedad de descompresión. Estudia datos de 5.000 ascensiones de hombres a 10.000 metros y dice que las molestias no se harían patentes en más del 7 %. Analiza los efectos ante la previa administración de O₂ durante espacios de tiempo de 20 minutos a 3 horas anteriores a la ascensión, sacando la conclusión de que con ello no se obtienen resultados positivos. Busca otras posibles causas de las molestias de la descompresión y sugiere como tales:

- 1º. El aumento de la tensión de las articulaciones y ligamentos, causantes de la estimulación de las terminaciones nerviosas.
- 2º. La alteración de la tensión osmótica sinovial.
- 3º. El aumento de la sensibilidad al dolor en condiciones de anoxia.
- 4º. La irritación de la articulación por el frío.
- 5º. Los procesos isotermales y adiabáticos de la expansión de los gases.

No se define él por ninguna de estas razones y acon-

seja el seguir investigando, La posterior investigación mostraría que la única teoría correcta es la del N.

Otros trabajos de STRELTSOV hacen referencia a la "digestión y dieta durante el vuelo de altura" (1941). Después de una revisión general de los desórdenes digestivos y metabólicos en condiciones de deficiencia de O_2 , concluye fijando una dieta racional para el aviador cuyas características básicas cabe resumir en: No permitir despegar hasta 1 $\frac{1}{2}$ horas después del desayuno o 3 horas después de la comida; la dieta debe contener un considerable aporte hidrocarbonado, protéico no inferior al normal, y en cuanto a las grasas, las considera de aporte obligado pero dice que deben excluirse las de cerdo, cordero y ganso; el aporte de vitamina C debe ser alto.

En un amplio artículo sobre "Profilaxis de las condiciones de Hipoxemia en Aviación" (1941) discute STRELTSOV no sólo la profilaxis, sino el mejoramiento de la tolerancia a la altura. Hace estudios comparativos de permanencia en alta montaña y Cámara de Baja Presión con empleo de mezclas de gases empobrecidos en O_2 y concluye dando preferencia a los estudios en Cámara de Baja Presión, aunque reconoce que no siempre se consigue el efecto deseado.

Otro trabajo suyo es 25 años de Fisiología y Medicina Aeronáutica en la URSS., es el primer trabajo histórico de la Medicina Aeronáutica en Rusia. No es una crónica de toda la investigación médico-aeronáutica soviética, sino que es una simple exposición de tendencias de la Medicina Aeronáutica soviética. En él refleja STRELTSOV al principio el inicial entusiasmo por la psicotécnica llamando la atención sobre la solución fisiológica de los problemas. Analiza ciertos puntos del trabajo de VOYACHEK y colaboradores sobre la investigación de los efectos de la anoxia en el S.N.C. y función de los analizadores, destacando que la anoxia trastornaría en primer lugar las fun

ciones filogenéticamente más jóvenes, para luego hacerlo a las más antiguas y terminar significando que el CO_2 añadido al O_2 inspirado en las altitudes tendría un efecto favorable.

Otros problemas de la Medicina Aeronáutica son tratados por STRELTSOV de manera muy superficial aunque de forma aprovechable; son la mayor parte revisiones que reflejan ideas básicas de los principales autores en cuanto a los efectos de las deficiencias de O_2 .

Durante la Guerra, en conjunción con sus colaboradores, continúa STRELTSOV su trabajo experimental. Llama principalmente la atención sobre los desórdenes en las funciones de los analizadores sensoriales. Con DORODNITSYNA estudia, en 1942, la fotosensibilidad del ojo: en la altura y adaptación a la oscuridad con iluminación tanto isolateral como contralateral, llegando a la conclusión de que a 5.000 metros como resultado de la anoxia las interacciones e interrelaciones normales de la representación central de la retina son las primeras en sufrir trastornos.

En otro trabajo en colaboración con TARASENKO (1942) llega a conclusiones semejantes. Se pregunta si los trastornos producidos en la Cámara de Baja Presión podían ser reproducidos por el método de los reflejos condicionados. El tema de estudio era la variación de las funciones renales (cantidad de orina, peso específico, presencia de bicarbonatos, grado de acidez, amoniaco, fósforo y contenido de ácidos orgánicos). Los investigadores se convinieron de que los ascensos ficticios en Cámara de Baja Presión producían los mismos efectos que los reales y que estas reacciones condicionadas reflejas iban cediendo después de 9 o 10 ascensiones figuradas, pero que una ascensión real las restablecía, se confirma con esto el papel de la corteza cerebral en la producción de reacciones ve-

getativas a la altura. Sería éste un extraordinario descubrimiento no sólo para la URSS. sino para la Fisiología Aeronáutica universal.

Durante la guerra publicó STRELTSOV unos impresos sobre efectos de la altitud y aceleraciones sobre el organismo, los cuales compiló en una publicación con el título Para el Médico Aeronáutico.

Vuelve STRELTSOV en 1944 al trabajo experimental. Estudio en conjunción con FEDOROV el "efecto de ciertos preparados farmacéuticos sobre la agudeza visual en hipopresión", pudiendo constatar: que la agudeza visual no se restablecía a alturas de más de 10.000 metros por la administración de O_2 , así como tampoco por respirar O_2 después de permanecer más de una hora a 4.500 metros; que la fanamina aumentaba la agudeza visual en la altitud y que el ácido ascórbico, el tártátrico, la cafeína y la metilcafeína tenían los mismos efectos. Las combinaciones de vitamina C, ácido tártárico y cafeína resultaban ser particularmente efectivas.

El último trabajo de STRELTSOV fue su investigación conjunta con KHAZEN sobre la Anhidrasa Carbónica en condiciones de presión atmosférica reducida. (374)

El gran progreso de la Aeronáutica y fundamentalmente de la Medicina Aeronáutica, interesó a los principales Centros de Investigación Científica del país, lo que trajo en que en ellos se emprendieran múltiples trabajos de investigación más o menos relacionados con la Medicina Aeronáutica.

- En el Instituto Pavlov de la Academia de Ciencias, GINETSKII y BARBASHEVA trabajaron sobre la aclimatación de los tejidos a la presión atmosférica reducida, realizando sus experiencias con ovejas.

GINETSSINSKII con SAMTER y NATANSON, en el mismo año de 1944, estudiando el efecto de la fenamina, constataron su favorable acción sobre la fatiga de vuelo.

CHENYKAENA, en 1945, estudió las variaciones de la anhidrasa carbónica en condiciones de reducida presión atmosférica.

- En el Instituto Central de Oftalmología, BOGOSLOVSKII y KRAVKOV, en 1941, trabajaron sobre el efecto del ruido de motores de aviación sobre la función visual.

SHCHEGLOVA estudió los efectos de la reducción de presión atmosférica sobre la presión intraocular.

- En el Instituto Ikraniano de Medicina Experimental DOMONTOVICH, 1941, analizó los efectos de la reducción de presión atmosférica sobre la anafilaxia experimental, y KARAVANOV en el mismo año, la profilaxis de la enfermedad de altura por la transfusión de sangre.

- El Departamento Químico-Fisiológico del "All Union" Instituto Experimental de Medicina, KAPLANSKII, 1941, se ocupa, asimismo, de las transfusiones de sangre como medio de mejorar la tolerancia a la altura y, conjuntamente con FRIDLYAND, en 1945, investigó el nivel de histamina en sangre en condiciones de presión atmosférica reducida.

VAISFEL, en 1945, estudió el nivel de diamino-oxida-sa en tejidos de animales en condiciones de anoxia.

RAZENKOV, también en 1945, estudiando la secreción gástrica en hipoxia, concluye que la inhibición de la secreción en tales condiciones de reducida presión atmosférica es consecuente en principio al disturbio del mecanismo nervioso de la secreción y que el mecanismo humoral es apenas distorsionante. Investigando en perros con estómago de HEIDELHAIM, obtiene resultados discordantes.

- En el Instituto de Protección del Trabajo, KRANDROR determina el motivo de la desaturación del N en el hombre.

- En el Departamenteo de Fisiopatología del Instituto Central de Entrenamiento Médico Superior, KRASOVITSKAYA, STRELTSOV y SYRKIN estudiaron, en 1945, la actividad de la anhidrasa carbónica en variadas condiciones.

- En el Departamento de Fisiología del Segundo Instituto Médico de Moscow, MARGULIS, URLEVA y SLAVIKOVSKAYA detectaron la propiedad reguladora de la barrera hematoencefálica en la hipoxemia.

MOLCHANOVA determina el efecto de la repetida permanencia a reducida presión atmosférica sobre el metabolismo y balance ácido-base.

- En la Academia Naval Médica, FEDOROV, en 1942, estudió los efectos de los narcóticos sobre la tolerancia a la altura, ZOSOSOV (1944) la ilusión de contrarrotación. RKKL, en el mismo año, el efecto de la fenamina en colaboración con KRIVOSHEENKO en 1944.

ZIKEEV, del Instituto de Medicina de Kazan, estudió en 1941, las variaciones de la presión intracraneal en condiciones de reducida presión atmosférica.

PAVLOVA, del Instituto de Medicina Experimental de Uzbek, investiga la climato-fisiología de los sistemas cardio-vascular y hematopoyético a varias alturas, en las montañas de Pamir.

KARGANOVA, del Instituto Central de Pediatría, investiga los resultados del tratamiento de la tosferina por el vuelo de altas cotas.

- En el Instituto de Enfermedad del Cráneo, PARFENOVA y TSIMNERMANA, trabajan en 1941, con varios y nuevos méto-

dos de ejercicios físicos en el entrenamiento del aparato vestibular de los pilotos.

- En el Instituto Ukraniano de Higiene del Trabajo y Accidentes, SUKHOVII estudia, en 1941, la condición de ciertas funciones psíco-fisiológicas a 9.000 metros, usando aparatos de O₂. (375)

La importancia de estas cuestiones era puramente teórica, pero su contribución al estudio de los problemas básicos de Medicina Aeronáutica, principalmente de los relacionados con la anoxia, fue evidente.

El trabajo de los Médicos Aeronáuticos: Su contribución a la Medicina Aeronáutica fue importante; su contacto diario con los pilotos, sus experiencias, su archivo, han de ser muy útiles.

Durante la Guerra, con el reclutamiento de Oficiales Médicos de la Reserva, decae la Medicina Aeronáutica, lo que no excluye se afronten problemas médico-aeronáuticos urgentes y se recoja un interesante material experimental.

Se realizaron, con la colaboración de médicos de los Hospitales de las Bases y de las Unidades Especiales, Symposium sobre investigaciones y observaciones médico aeronáuticas, que fueron publicadas en ediciones especiales limitadas.

Un estudio de la Medicina Aeronáutica soviética de esta época a través de los trabajos publicados, mostraría que la aportación de los médicos de las Unidades fue durante la Guerra importante. SERGEYEV dice que ha logrado recopilar en la prensa periódica 57 documentos sobre Medicina Aeronáutica.

El hecho de que se volase bajo durante la guerra, hizo que los problemas de anoxia y altura recibieran de

parte de los médicos aeronáuticos poca atención, aunque hubo a tal respecto observaciones de importancia indudable.

El trabajo de VOKHMYANIN (1942) sobre "Cuadro Clínico y diagnóstico de la enfermedad de altura" es de interés particular. Se sirve del interrogatorio y examen de los pilotos durante el vuelo y al aterrizar, hace constataciones referentes al suministro de O_2 . Da especial importancia al estudio de las reacciones del pulso y dice que la aparición de efectos bradicárdicos era el preludio de la aparición de manifestaciones del mal de altura.

FINKEL, en 1941, hace observaciones referentes al inicio de los síntomas del síncope de altura. Después de 6.000 ascensiones de hombres a distintas alturas, concluye que a 5.000 metros ocurre el síncope a partir de 20 o 30 minutos. Añade que son precursores del mismo el descenso lento del pulso, la desaparición de la hiperemia facial, los mareos y las náuseas. RADMAS e ISAKOV (en 1943) da consejos prácticos sobre el uso de aparatos de O_2 en vuelos prolongados a alturas medias.

ESIPOVICH, en 1941, estudia la reactividad refleja de la médula espinal en condiciones de reducida presión atmosférica. En gatos -seccionando la médula a nivel de la primera vértebral lumbar- observa que la inhibición del reflejo del flexor ocurría a alturas de 1.500 a 2.000 metros, que era particularmente marcada a los 7.000 metros y que se suprimía a 8.000 metros.

POPOV trabaja con conejos sobre los efectos de la inspiración prolongada de O_2 en la altura y dice no observar señales en las mucosas respiratorias superiores después de la administración de O_2 al 80-82 %, durante un mes, por espacio de 3 a 5 horas diarias, a una altitud de 8.000 a 10.000 metros.

NAUMOV estudia las variaciones de la función gástrica a 9.000 metros en 7 hombres y observa:

- 1) La evacuación del estómago en la altitud se aceleró en 5 y desoendió en 2.
- 2) La cantidad de jugo gástrico disminuye en la mayor parte de los sujetos.
- 3) La acidez se redujo en la mayoría.
- 4) El poder digestivo se redujo en la mayoría.

El autor concluyó que el efecto inhibitorio de la altitud debe ser atribuido a la reducción de la presión barométrica, y los efectos reflejos debidos a la distensión del estómago y del intestino por aumento del volumen de los gases, deben ser considerados como el mecanismo más probable del inhibitorio efecto de la altura. (376).

El efecto de las aceleraciones, no fue tema importante de discusión para los médicos aeronáuticos de la época. Sólo el trabajo de KNABENGOF, DANTSIG y SIMONYAN, merece destacar; estudian las variaciones de la presión hidrostática como resultado de las aceleraciones y concluyen que el suministro de sangre a los órganos abdominales es incrementado, analizan las interrelaciones humo-
rales y dan datos sobre depuración, diuresis y contenido de urea en sangre. En su opinión, las pequeñas variaciones en cuanto a diuresis y depuración son significativas de una buena tolerancia a la fatiga.

Aparecieron algunos escritos sobre evacuación aérea, referentes al invierno 1942-43, sólo relacionados con aviones de corto techo y alcance. Pudo verse que el avión era un buen medio de transporte y que como generalmente se hacían las evacuaciones a alturas de más de 1.000 metros, no existía problema alguno en cuanto a

limitaciones y que, tanto los traumatizados de abdomen, como los cráneo-cerebrales, tórax, etc. toleraban perfectamente la evacuación aérea.

Los Laboratorios de Medicina de Aviación de las F.A. de la Armada, durante la Guerra se situaron al lado de las Unidades Aéreas, convivieron con ellas y elaboraron normas de reconocimiento y selección de los aeronáutas. Un escrito, editado en 1945 por STRELTSOV, ARISTOV y SHISHOV, contiene referencias personales de numerosos médicos de vuelo y recomendaciones referentes a procedimientos de examen de los aviadores.

SHISHOV describe sus experiencias de vuelo en varios tipos de aviones y su opinión sobre requerimientos del S. N de los aviadores, según la misión a desempeñar por ellos. BELSKII, hace referencia a requerimientos de los órganos internos. MIKHAILOV, de los órganos de la visión. ZASOSOV, a los órganos O.R.L. KANTOROVICH, expone procederes de examen psicológico y TOTROV se ocupa del aspecto organizacional de los cuadros médicos.

Un Apéndice contiene una guía para los tipos de requerimientos y una carta médica con las razones de baja del candidato.

Un trabajo de MARSHALKIN (1945), sobre "Profilaxis de la Astenia de los Pilotos", es interesante. Para el autor, el principal factor responsable de las alteraciones neuróticas sería el efecto acumulativo de ligeras formas de hipoxemia, inevitables con el uso a altas cotas de los aparatos de O₂ KP-AZ-2. Cree que la profilaxis más eficiente sería el uso de aparatos de O₂ de pulmón automático, la dieta adecuada y el uso de estimulantes (fenamina, cola).

PUKHALSKI, en 1941, investiga en Cámara de Baja Presión los efectos del entrenamiento sobre los proble-

mas de garganta, nariz y oídos, debidos a la hipopresión y obtiene de 10 sujetos, buenos resultados en 5, satisfactorios en tres y deficientes en 2.

MIKHIN (1941), basado en la investigación de 140 pilotos, dice que las "cicatrices timpánicas" contraindican el vuelo a elevadas alturas y alta velocidad. Dice que en 15 de 500, existen dolores sinusales al aterrizaje y rinitis aguda en todos.

AKOPODZHANYAN critica los equipos antirruidos existentes.

RANHMLEVICH (1941) describe dos casos de rotura timpánica, con ocasión de bombardeo en picado.

IVANOV (1941) describe cinco casos de inflamación de las cavidades accesorias nasales en pilotos que vuelan con ocasión de padecer catarros crónicos.

RAKHMILEVICH (1941) publica datos sobre los efectos de la hipoxia a 5.000 metros, sobre el analizador vestibular en 120 pilotos, no encontrando deterioro significativo.

PUKHALSKII, en 1941, considera en una publicación, "El trabajo del Médico Aeronáutico". Insiste en que el médico no sólo ha de tener preparación especial en Fisiología e Higiene, sino preparación clínica especializada.

LEENSON y GOLIKOV, en 1942, publican un artículo en el que describen el "trabajo de los médicos de vuelo en condiciones de combate".

Una serie de trabajos de SHAVTSOV (1941-1942) son dignos de mención. En un lenguaje conciso expone las "implicaciones fisiológicas del vuelo de altitud", "el empleo de aparatos de O₂", "el efecto de las aceleraciones en el organismo del piloto", "el efecto del entrenamiento en Cá-

mara de Baja Presión", "las dietas requeridas en el vuelo de altas cotas", "los principios básicos del servicio básico de Bases", etc.

Deseoso de popularizar la Medicina Aeronáutica SHAVTSOV, publicó en 1941, "Lo que el aviador debe conocer sobre el efecto de la altura de vuelo en el organismo".(377)

En España, precisamente por Orden Ministerial del 7 de octubre de 1939 (B.O.E. núm. 292), se crea el Ejército del Aire, con sus Armas, Cuerpos y Servicios y, entre éstos, el de Sanidad. En la misma Orden se especifica que a medida que la amplitud de los servicios lo aconseje, podrá decretarse su transformación en Cuerpo.

Por Decreto de 15 de diciembre del mismo año, se asignan las misiones del Servicio de Sanidad:

"Organización, dirección e inspección del Servicio en paz, maniobra y campaña.

"Reconocimiento y clasificación psicofísica de los efectivos del Ejército.

"Mantener la salud y eficacia psicofisiológica del personal de vuelo.

"Reconocimiento, selección, orientación profesional e inspección médico-higiénica de los obreros de Talleres y Fábricas de aviones.

"Higiene y salubridad, general y privada.

"Profilaxis de las enfermedades infecto-contagiosas.

"Ejecución de evacuaciones y transporte de bajas.

"Hospitalización, diagnóstico y tratamiento de heridos, gaseados y enfermos.

"Policlínica y asistencia médica.

"Colocación sanatorial del tuberculoso.

"Colocación sanatorial del enfermo de vuelo y del

"Reeducación, recuperación, prótesis de las bajas
"en todas sus modalidades.

"Informar de bajas y resoluciones médico-legales
"de cuantos casos surjan en la vida castrense.

"Análisis clínico-bacteriológicos e higiénicos,
"y preparación de productos inmunológicos.

"Estudio, valoración y construcción de métodos de
"material sanitario en general.

"Dirección e inspección médica de la educación fí-
"sica de las tropas.

"Investigación médica y médico-aeronáutica, forma-
"ción de investigadores, higiene y resolución de los
"problemas médicos del vuelo.

"Selección, formación médico-castrense, y especia-
"lización del personal médico.

"Recluta, instrucción, enseñanza y especialización
"del personal sanitario auxiliar y de las tropas de
"Sanidad.

"Divulgación médico-higiénica.

"Estadística sanitaria, documentación y publicacio-
"nes científicas."

Por orden aparecida en el B.O.E. núm. 67, de 23 de Febrero de 1940, se crea el Cuerpo de Sanidad del Aire que viene a sustituir al Servicio anteriormente creado, y que comprende las Secciones de Medicina y Farmacia. Establece la Orden que constara de Generales, Jefes y Oficiales Médicos y personal auxiliar de Oficiales de Sanidad no médicos, Suboficiales Practicantes, de la Tropa y de los Servicios y cuyas misiones serán las establecidas para el Servicio de Sanidad en el momento de su constitución en 1939.

Por Decreto de 23 de Febrero de 1940 (B.O.E. núm. 69) Artículo 12, se crean los Institutos de Medicina Aeronáutica de Madrid y Sevilla.

En un Artículo 2º se fija la misión:

"Reconocimiento psico-físico y psicotécnico del personal del Arma de Aviación. Investigación de Medicina Aeronáutica y Fisiopatología del vuelo. Profilaxis, Higiene, Diagnóstico y Tratamiento de las Fuerzas del Ejército del Aire.

"El Instituto de Madrid, además, atenderá las misiones de: Ingreso, formación y especialización de la Oficialidad profesional y del personal auxiliar del Cuerpo de Sanidad del Aire.

En el Artículo 3º se establece que estos Institutos centralizaran y coordinarán las siguientes organizaciones del Servicio:

"Jefatura Técnica y de Estudios.

"Centro de Investigación Médico-Aeronáutica, Medicina Legal y protección del vuelo.

"Centro de higiene y profilaxis general.

"Formación de Practicantes y Enfermeras.

"El de Madrid tendrá además un Hospital, la Academia de Sanidad del Aire, el Parque Central y Cursos Superiores de especialización Médico-Quirúrgica.

En el Artículo 4º establece que los Institutos de Medicina Aeronáutica estrán formados por: Director, Jefe de Estudios y Médicos de Sanidad del Aire, Especialistas militares y civiles, Jefes y Oficiales asimilados, para la administración y régimen interior.

En principio, el Escalafón Médico del Cuerpo de Sanidad del Aire, independientemente de un nutrido grupo de Oficiales Médicos de Complemento que venían prestando sus servicios durante la Guerra Civil (1936-1939) a la Aviación Militar Nacional, se constituyó con unos pocos Jefes y Oficiales Médicos procedentes de la Escala Profesional de Sanidad de los Ejércitos de Tierra y Marina, algunos ya en íntimo contacto con la Aviación Militar y auténticos pioneros de la Medicina Aeronáutica en España (PUIG QUERO, ATENZA, ONTIVEROS, etc.)

A partir de entonces se convocaron Concursos-Oposición entre Médicos y de resultas del cual los alumnos se-

leccionados pasaban un periodo de tres meses de formación específicamente militar en la Academia General del Aire de San Javier (Murcia) y seis meses en la Academia de Sanidad del Aire en Madrid, en la que recibían una formación médico-militar, en la que se daba especial interés a las enseñanzas de la Medicina Aeronáutica.

Dichos Institutos de Medicina Aeronáutica ponen en marcha el ejercicio de sus misiones y fundamentalmente en primer lugar estructuraron los reconocimientos del personal volante, tanto de aspirantes como periódicos, que se realizaron los primeros años en las Policlínicas Hospitalarias. A este respecto previamente se confeccionó una Cartilla Sanitaria del Personal Volante.

"Esta Cartilla constaba de: tapas, once hojas numeradas y dos más, no numeradas.

"En el anverso de la primera tapa figura:

"Ejército del Aire. Región Aérea..... Núm. ...

"Cartilla del Personal Volante núm. ...

"Nombre del titular de la misma.

"En el reverso de esta primera tapa hay un lugar para las pruebas dactilares (pulgar, índice y medio), y otro para la fotografía. A continuación figura la encuesta de la Filiación.

En el anverso de la última tapa figuran casillas para registrar las vacunaciones (antivariólica, T.A.B) con fechas de las mismas y reacciones, otras inmunizaciones, seroterapia, reacciones y observaciones.

"Las once hojas numeradas están destinadas a registrar exhaustivamente los datos de: Estado general.- Historial patológico.- Examen hematológico.- Examen aparato respiratorio.- Examen en Cámara de Baja Presión y endocrinológico.- Examen del aparato circulatorio.- Pruebas de ortostatismo.- E.C.G.- Examen génito-urinario y digestivo (con el diagrama de la ficha odontológica).- Examen S.N.- Equilibrio, Ergometría.- Examen oftalmológico.- Examen O.R.L.- Examen Psicotécnico, selección y programa.

"La hoja siguiente a éstas, sin numerar, está destinada al reconocimiento semestral y en ella se incluyen todos los apartados de las hojas anteriores, para terminar en la Clasificación Médica Semestral.

"Finalmente, en la hoja a continuación, tampoco numerada, destinada a reconocimientos después de enfermedades o accidentes, también se incluyen los apartados de las once hojas numeradas, si bien en la primera parte figuran unas líneas en blanco para la descripción de la enfermedad o del accidente, consecuencias y secuelas".

El reconocimiento se practicaba para el personal volante cada seis meses y el examen era bastante meticuloso y riguroso, rechazándose en el examen de Selección de estos primeros años hasta un 40 % de los aspirantes, siendo el principal motivo de exclusión las causas oftalmológicas, fundamentalmente la agudeza visual.

En la Revista Española de Medicina y Cirugía de Guerra, de julio de 1939, aparece publicado el trabajo de PELAYO "El daltonismo como causa de accidente de Guerra" y en distintos números de la de Psicotecnia, (en 1940), los trabajos de MELIAN "La fatiga ocular", "El sentido cromático" y "Percepción de profundidad como aptitud profesional".

En el mismo año de 1940 GARROTE y ATENZA presentan sendas Comunicaciones a la Academia Aeronáutica de Madrid, sobre: "Alteraciones hemáticas en el vuelo de altura" y "Funciones Laberínticas en Aeronáutica", respectivamente. Asimismo, LAFONT "Normas provisionales para calificar la aptitud de vuelo en España" y "Modelo provisional de Cartilla Sanitaria para el personal de vuelo, vigente en España" y, finalmente ESTEBAN ARANGUEZ dos Comunicaciones a la misma Academia que tratan del "Sentido cromático en Aeronáutica" y de "Las aceleraciones aéreas y dinámicas del líquido céfalorraquídeo".

En diciembre de 1940 sale a la luz el número 1 de

la Revista Aeronáutica, Segunda Epoca, que se había interrumpido en julio de 1936 y que abierta a toda clase de Comunicaciones sobre Aeronáutica va a ser sede de importantes publicaciones Médico-aeronáuticas, apareciendo en el núm. 9 la primera publicación médica "Existe una gastroenteritis propia del aviador?", de la que es autor PESCADOR del HOYO, que hace una revisión del tema y aporta ideas originales.

En 1941 aparecen en España interesantes publicaciones:

En primer lugar, el primer tomo -que sería el único- del libro de Medicina Aeronáutica, dedicado al Vuelo de alta cota, escrito por PESCADOR del HOYO. El autor durante la Guerra Civil había prestado servicios médicos como Oficial de Complemento a la Aviación Nacional.

El Vuelo de Alta Cota es un Manual de unas 190 páginas de redacción concisa y clara y abundantes citas bibliográficas de la literatura mundial, principalmente americana, francesa, inglesa, alemana e italiana.

Se hace PESCADOR la pregunta de si la Medicina Aeronáutica es diferente del resto de la Medicina, y contesta que no, que la Medicina Aeronáutica no será otra cosa que la aplicación al organismo que vuela de los principios generales de la Medicina, pero profundizando en determinados campos de la Fisiopatología, especializándose en ellos, dándoles un especial relieve, pero abocando en suma a consecuencias comunes con las desencadenadas por otros motivos etiológicos, y dice:

"La Medicina del Aire no será otra cosa que el estudio de las diferentes maneras de reacción general del sujeto ante las incidencias naturales del vuelo. El organismo en vuelo, reacciona, no enferma"... "Quitando el cuadro

del llamado Mal del Aviador, todo lo demás son reacciones normales (fisiológicas) o anormales (patológicas) de un organismo que se ha salido de su esfera de vida".

Añade que "A la reunión de todos los problemas de orden médico que afectan al organismo que vuela, que hemos dado en llamar Medicina Aeronáutica, sería más propio designarlos con el nombre de Patología General del Aviador, pero que ya sea con uno u otro nombre, lo real es que tenemos problemas médicos aeronáuticos y que van apareciendo cada día otros nuevos, en evidente dependencia con los progresos de la Aeronáutica". (378).

La obra consta de cuatro partes, desarrolladas en un total de 19 Capítulos. La I Parte comprende dos capítulos que tratan: el primero, de la somera reseña histórica y concepto general de la Medicina Aeronáutica, y el segundo, del recuerdo elemental de la atmósfera.

La II Parte trata del vuelo de las altas cotas; con un capítulo referente al concepto general de la Medicina del Vuelo de Altura, y otro a las técnicas de Investigación en la Medicina del Vuelo de Alta Cota.

En la III Parte estudia la Patología General del organismo en los vuelos de alta cota. A ella dedica 12 capítulos en los que de manera aunque concreta, completa y profunda, estudia la fisiopatología de la Respiración, Sangre, Aparato Cardiovascular, Aparato Digestivo, S.N., Organos de los Sentidos, Riñón, Metabolismo, Equilibrio Acido-Base, Trabajo muscular, de los fenómenos posturales reactivos y de la resistencia a la altura y límites fisiológicos de la misma.

La IV Parte está dedicada al estudio, en tres Capítulos de la Clínica y Terapéutica del Mal de Altura, el tiempo de reserva de STRUGHOLD y los efectos de los rayos electricidad y temperatura.

Asimismo, en 1941, se publica un magnífico libro sobre Oftalmología Aeronáutica: Las Funciones Visuales en Aeronáutica, del que es autor ESTEBAN ARANGUEZ, Monografía de 80 páginas, cuidadosamente editada y con excelente iconografía. (379).

En un primer Capítulo trata del sentido visual en Aeronáutica, de la preponderancia de las funciones visuales en el medio aeronáutico, y de cómo las sensaciones visuales resultan de un complejo de percepciones.

El segundo Capítulo lo dedica al estudio de la agudeza visual, ilusiones óptica-geométricas y posibles variaciones de la agudeza visual en relación con la altura.

Estudia en el tercer Capítulo el campo visual y sus modificaciones en relación con la altura.

En el cuarto Capítulo trata del sentido luminoso, de los umbrales de excitación y diferenciación, de la adaptación y su importancia en Aeronáutica, de los fenómenos de contraste, fotometría y de la sensibilidad de la retina en relación con la altitud.

En el Capítulo quinto estudia el sentido cromático. Hace extensa referencia a la necesidad de que el piloto esté en posesión de un exacto sentido de los colores, a la agudeza visual cromática, al análisis de las sensaciones cromáticas, al campo visual para los colores, a la luminosidad de los colores y contraste de colores, al sentido cromático de las alturas, a la importancia del mismo en aviación y, finalmente, a los problemas irremediables que plantean las deficiencias del sentido cromático y a los métodos de exploración del mismo.

Dedica el Capítulo sexto a la motilidad ocular, visión binocular, estrabismos, convergencia y acomodación en la altura, insistiendo en la influencia negativa sobre

todos ellos de la anoxia. Se refiere a los procedimientos de medición de los mismos y explica, finalmente, la necesidad del estudio de los reflejos pupilares.

El Capítulo séptimo está dedicado al estudio de la visión estereoscópica, considera la especial importancia de la visión binocular para la percepción de la profundidad, de las perspectivas y de los métodos de exploración del sentido estereoscópico y de su especial interés en aviación.

La percepción de movimientos, los desplazamientos relativos, y persistencia de imágenes en la retina, son el objeto de su Capítulo octavo.

En el Capítulo noveno estudia la trascendencia de las funciones visuales en el sentido de orientación del cuerpo en el espacio, hace referencia a los órganos que regulan el mantenimiento del equilibrio, estudia el nistagmus, el vértigo ocular, y la intervención de la visión en el desencadenamiento del "Mal del Aviador".

Finalmente, en el Capítulo décimo, estudia la Fisiopatología ocular del vuelo, la protección de los ojos, las acciones centrífugas de las aceleraciones radiales con el consiguiente desplazamiento sanguíneo, la "visión negra" o verdadera "anopsia" y la "visión roja" y su teoría personal sobre el posible papel de los desplazamientos del líquido cefalorraquíneo en desencadenamiento de los trastornos inherentes a las aceleraciones. Hace ESTEBAN de ARANGUEZ la deducción de que en el "picado" y "looping" el líquido céfalorraquídeo va hacia los espacios subaragnoideos espinales, originando una tensión negativa en el interior del cráneo, y que en la caída en "barrana" o "looping invertido" el líquido céfalorraquídeo es lanzado hacia el cerebro, manteniendo una presión positiva.

Dedica, finalmente, el Apéndice de la obra, a la

práctica de los reconocimientos de aptitud del personal volante y a la técnica sistemática del reconocimiento oftalmológico, exponiendo los resultados globales de los reconocimientos por él practicados en el Instituto de Medicina Aeronáutica de Madrid.

En este mismo año de 1941, BUITRON, presenta una Comunicación sobre el "Examen psicotécnico de los Aviadores". LA SERNA ESPINA publica en la Revista de Aeronáutica "Observaciones y consejos destinados al personal volante para la mejor tolerancia de las aceleraciones y esfuerzos aerodinámicos". PESCADOR, POU, RIOS SASIAIN, presentan a la Academia de Medicina Aeronáutica, de Madrid, respectivas Comunicaciones, sobre: "Clínica y Terapéutica del Mal de Altura", "Pruebas psicotécnicas en los Aviadores" y "Problemas de la Avitaminosis en Oftalmología".

En 1942, por circunstancias personales muy especiales y sin que medio Orden Ministerial alguna, el Instituto de Medicina Aeronáutica de Madrid prácticamente se desarticula: a la vez que se le concede especial incremento y predicamento al Centro de Investigación de Medicina Aeronáutica que directamente relacionado con la Inspección de Sanidad del Ministerio del Aire se ubica en la Ciudad Universitaria, en el semisótano del Pabellón de Fisiología de la Facultad de Medicina, cedidos los locales graciamente por un periodo inicial de veinte años, por la Junta de Gobierno de la Ciudad Universitaria. Quedan con esto independizados el Hospital Central del Aire y la Academia de Sanidad, aunque en mutua cooperación.

El asentimiento del C.I.M.A. en la Cátedra de Fisiología, crea una corriente de mutua colaboración que va a ser muy útil en años posteriores.

Las misiones del C.I.M.A. quedan claramente marcadas y sus objetivos, son:

La Investigación Médico-Aeronáutica.

La Enseñanza.

El Reconocimiento y Selección de Pilotos.

En este mismo año de 1942, se publican en la Revista Aeronáutica: el trabajo de PESCADOR "Algunas notas sobre Higiene y protección de la vista en el Aviador"; otro de APARICIO de SANTIAGO, "Un Servicio de Sanidad en una operación de desembarco aéreo"; y otros de ALVAREZ-SALA MORIS y de APARICIO, ambos con el título "La Aviación Sanitaria".

También, en el año 1942, ESTEBAN ARANGUEZ presenta una Comunicación a la XIX Asamblea de la Sociedad Oftalmológica Hispano Americana, sobre "Visión Negra y Visión Roja de los Aviadores". Se publica en la Revista de la Universidad de Madrid, el trabajo "La Fatiga del Vuelo" (LOPEZ-COTERILLA) en el que el autor hace una diferenciación de la misma con el cansancio. Dice COTERILLA que la fatiga es objetiva y el cansancio subjetivo; atribuye a la fatiga de vuelo importantes repercusiones sobre la actividad psicofisiológica del sujeto que, por lentitud de sus reacciones psicomotoras y fallos de la atención, puede ser más vulnerable a los accidentes por propio fallo. Valora como causas etiológicas más importantes en la presentación de la fatiga de vuelo: el factor constitucional, el excesivo número de horas de vuelo y ambiente emocional, no dando importancia preponderante a la anoxemia y a las grandes aceleraciones. Refiere como primer síntoma de la fatiga de vuelo el insomnio acompañado de trastornos gastrointestinales (espasmo de píloro y colon), irritabilidad, cambio de hábitos y falta de concentración, y en el aspecto psicológico, la ansiedad. Afirma que establecido el cuadro los reflejos se encuentran exaltados, el indivi-

duo despierta más cansado y se observa en él falta de atención. En cuanto al tratamiento, dice que, ha de partir, fundamentalmente, de la separación de toda actividad profesional y que deben de evitarse toda clase de medidas disciplinarias que son motivo de depresión y ha de hacerse tratamiento psicoterápico.

Como consecuencia de la corriente de entendimiento con Alemania, surge una invitación de la Sanidad del Aire de la Luftwaffe a fines de 1942, a la Sanidad del Aire de España, para que Oficiales Médicos puedan visitar Hospitales y Centros de Investigación de Medicina Aeronáutica de Alemania. En enero de 1943, es constituida una Comisión de Médicos de Sanidad del Aire de España, formada por: El Coronel PUIG QUERO, entonces Inspector Médico de Sanidad del Aire, LAFONT, Director del Instituto de Medicina Aeronáutica, GARROTE y ALVAREZ-SALA.

Habida cuenta del gran desarrollo de la Medicina Aeronáutica, precisamente en aquellos momentos de la Guerra, el viaje no podía ser más prometedor para este grupo de Médicos Aeronáuticos, empeñados en poner en marcha en España una Organización Sanitaria Médico Aeronáutica y de ver el funcionamiento y manejo de aparatos especiales, algunos ya en poder de la Sanidad del Aire, adquiridos precisamente en Alemania, y otros, solicitados o con probabilidades de interesar. En ese momento ya estaba en España la primera Cámara de Baja Presión.

El viaje no pudo ser más interesante e instructivo y la Memoria del mismo, muy detallada, presentada por PUIG QUERO al Estado Mayor del Aire, así lo refleja. Nosotros creemos muy útil resumir aquí su contenido:

La visita comprendió: el Centro de Adlershof, el Instituto de Investigación Médico Aéreo del Reich "Luftfahrtministerium", la Sección de Medicina Aérea de Interbog, la Academia de Sanidad de la Luftwaffe y el Hospital de la

Luftwaffe.

El Centro de Adlershof, tenía como principal misión la investigación de los distintos aspectos de los accidentes de aviación, allí pudieron observar sistemas de estudio de los efectos del tirón del paracaídas al abrirse, un Departamento dedicado al estudio de los efectos que la disminución del O_2 respirable produce en la sangre empleando la célula fotoeléctrica para estudiar en la oreja la concentración de O_2 en sangre. El aire de altura era producido por adición al O_2 de mezclas gaseosas.

Tuvieron oportunidad, el grupo de Médicos de la Comisión, de hacer pruebas de ascensión en la Cámara de Baja Presión, alcanzando los 12.000 metros con O_2 , quitando el suministro para observar los efectos del déficit sobre la escritura y la atención, para normalizarse todo con la vuelta al suministro de O_2 . Pudieron al mismo tiempo experimentar los efectos de la rapidez de descenso sobre oídos y sobre los gases del aparato digestivo.

Existía también en el Centro un Laboratorio para el estudio de los gases en sangre, instalaciones de centrifugas para estudiar en los animales los efectos de las aceleraciones, instalaciones para el estudio del efecto del choque brusco sobre el organismo, y un aparato para estudiar las alteraciones que producen en el organismo humano las vibraciones de los motores de avión, observándose cómo bajo la exposición a las mismas se produce principalmente una disminución o abolición de los reflejos que desaparecen al suprimir la causa.

El Luftfarministerium, dirigido por STRUGHOLD, estaba destinado a la alta investigación aeronáutica. Tiene el grupo médico la oportunidad de asistir en este Instituto a una prueba de alarma en altura con mezclas de O_2 y haciendo pruebas de pulso y presión cada minuto, comparando con los resultados de las pruebas de escritura. Tienen

la facilidad de observar el funcionamiento de la Cámara de Baja Presión grande y también, de otra pequeña aneja a la anterior con la que se simulaba el vuelo en picado. Asimismo, pueden experimentar con la centrífuga humana en el estudio de los efectos de las aceleraciones sobre el organismo, recogidos los resultados en tambores registradores, fotografía, radiografía y E.C.G., no pasando de 5 G de estímulo.

Dentro del mismo Instituto visitan también el Laboratorio de Bioquímica, la Sección de Oftalmología, donde se estudian principalmente los vicios de refracción y el sentido cromático, la Sección dedicada al estudio de las corrientes nerviosas encefálicas, fundamentalmente en relación con la anoxia y, finalmente, el Departamento dedicado a preparar la Revista Luftahrtmedizin.

Tienen allí mismo la oportunidad de asistir a la proyección de una película del estudio de los efectos de las aceleraciones sobre el mono en la centrífuga de animales. En ella pudieran observar la reducción progresiva de la sombra cardíaca al avanzar la aceleración viéndose cómo cuando ésta era de 3 G la sombra era igual a $\frac{1}{2}$ y a 5 G, casi imperceptible, apreciándose el espacio cardíaco como una zona de claridad.

En otra película pudieron apreciar cómo una aceleración sostenida, no límite, producía el mismo efecto.

También les fueron proyectados cortes histológicos de animales sacrificados en el momento de la máxima aceleración en los que era manifiesto el aplastamiento arterial y la ingurgitación venosa coincidente con la claridad del espacio cardíaco.

Hace también referencia PUIG QUERO a su visita al Departamento de Biología Animal anejo al Instituto en el que se estudiaba en Cámara de Baja Presión los efectos

de la hipopresión y de la anoxia, pudiendo observar efectos de aeroembolismo.

Les fue fácil darse cuenta del escepticismo reinante en el Instituto en cuanto a la utilidad de las pruebas psicotécnicas.

En la Sección de Medicina Aérea de Interbog está instalada la Escuela Superior de Aeronáutica, en la que estudian muy en especial los medios de protección del personal de vuelo en previsión de accidentes. En una de sus dependencias se estudiaba la prestación de rápidos auxilios a tripulaciones de aviones siniestrados. En otra, la protección visual de los aviadores (gafas, modos de evitar deslumbramientos, empañamiento y lesiones oculares por rotura de cristales). En distintos locales se estudian los efectos de los proyectiles sobre los cascos protectores, los aparatos de suministro de O_2 , y los accidentes consecutivos al frío y modo de contrarrestar su influencia (aislamiento con trajes adecuados, manera de calentar trajes y cabina, manera de prevenirse del frío en distintas incidencias, etc.) Parece tenían conseguido para en caso de caer al agua una sustancia que en contacto con la misma desprende abundantes burbujas formando gran cantidad de espuma que envuelve al aviador y le preserva de la baja temperatura del agua.

En los campos de vuelo de Interbog pudo la Comisión observar distintos tipos de aviones dedicados a experiencias del vuelo y entre ellos uno de cabina cerrada y 4 plazas en examen, con dispositivos para la práctica de radiografías, E.C.G., accesorios para pruebas de altura y aceleración. Otro avión contaba con los mismos elementos de examen, pero para dos plazas, y otros dos aviones eran de sólo una plaza de examen.

En un cobertizo del campo habían una Cámara ambulante de Baja Presión, con un camión tractor y otra pe-

queña adosada a la anterior, para estudiar los efectos de los cambios bruscos de presión.

Visitaron también los Talleres y Locales de enseñanza donde pudieron observar los equipos de salvamento de los aviones para caso de su caída al mar y que estaban provistos de bote neumático inflable mediante botella de aire comprimido, aparatos de señales, víveres, medicamentos, herramientas y tienda plegable para el caso de caída en el desierto.

En el concurso de este año de 1943, se publican en la Revista Aeronáutica, los trabajos:

"Biología de la fatiga en relación con la Medicina e Higiene Aeronáutica"; "El Servicio de salvamento de las Unidades Aéreas sobre mar y tierra"; "Los efectos fisiológicos de las grandes alturas"; "Algunas consideraciones sobre la fisiopatología del aparato visual de la Navegación Aérea" (PEREZ GRIFO, APARICIO, VIDAL GAMARRA y RIOS SASIAIN, respectivamente).

En este mismo año obtienen su Diploma de Fisiología Aeronáutica, en el C.I.M.A., POU y GARROTE, y se comienza la instalación de la primera Cámara de Baja Presión.

En 1944, COTERILLA y FERNANDEZ CRUZ, realizan en el C.I.M.A. su Curso de Diploma de Medicina Aeronáutica y Psicotecnia. Asimismo en este Centro y durante este mismo año, RIOS SASIAIN realiza los trabajos de su Tesis Doctoral, con el título: "Incidencia de la hipoxemia de la altura sobre sentido luminoso, cromático y campo visual". En la Revista Aeronáutica, se publica el trabajo de PUIG QUERO "Algunas consideraciones sobre Medicina Aeronáutica, de utilidad para los aviadores".

Al año siguiente, 1945, comienza también en el C.I. M.A. su Diploma de Medicina Aeronáutica y Fisiología de

Vuelo MERAYO MAGDALENA.

Es con el comienzo de este año de 1945 cuando se inicia la auténtica vida del C.I.M.A., al que se le empieza a dotar de material e instalaciones adecuadas, si bien la falta de información detallada de los aparatos, en su mayoría de importación, en el periodo de la Guerra Mundial, crea no pocas dificultades para su puestas en funcionamiento al menos en completo rendimiento. En la Cámara de Baja Presión se presentan, por ejemplo, importantes problemas a resolver con los motores de vacío, sistema de aporte de O_2 , circuitos de refrigeración, etc.

Se ponen en marcha los Laboratorios de Hematología Anatomía Patológica, Análisis Clínicos, así como las Secciones de Medicina Interna, Psicotecnia y Explotación Radiológica.

Se comienza a trabajar en Fisiología Experimental y se hacen estudios de Metabolimetría basal, y de trabajo y esfuerzo. VALLE hace estudios en animales sometidos a anoxia aguda en Cámara de Baja Presión.

En el concurso del año se completa el equipo médico aeronáutico, que queda integrado por las siguientes Secciones:

- a) Sección de Medicina Aeronáutica y Psicotecnia.
- b) Sección de Fisiología.
- c) Sección de Anatomía Patológica y Hematológica.
- d) Sección de Farmacología y Veterinaria.

En la Sección de Medicina Aeronáutica y Psicotecnia, se inician los trabajos de Revisión de los tiempos de Reserva con mezclas gaseosas y de E.C.G. en distintas cotas. Asimismo, los de investigación por capilarescopia en la altura, estudio de las pruebas de atención en la Cámara de Baja Presión, de inteligencia espacial y

del estudio de los tiempos de reacción psicomotriz, también en Cámara de Baja Presión.

BUITRON realizó el trabajo "El Test de Rorschach en hipoxia", encontrándose con unas respuestas al mismo de menos flexibilidad y de menor diferenciación y personalidad.

Se confeccionaron profesigramas de vuelo, aceptándose el empleo de determinados test de Inteligencia práctica y mecánica, de atención, de tiempos de reacción, velocidad de reacción selectiva, atención distributiva, ambidestrógrafo, aptitudes segmentarias y tablero de órdenes.

En esta Sección de Medicina Aeronáutica y Psicotecnica de Vuelo que se desenvuelven prácticamente como dos Secciones separadas, trabajan GARROTE y COTERILLA.

En la Sección de Fisiología, MERAYO y RUIZ GIJON, estudian los efectos de la respiración de O₂ puro y a gran concentración, sobre los animales y, asimismo, los efectos de las mezclas gaseosas a diferentes proporciones. Se hacen determinaciones cronaximétricas en individuos sometidos a diferentes presiones. Al final del año se pone en marcha el Laboratorio del análisis de gases.

En la Sección de Anatomía Patológica y Hematología bajo la dirección de VALLE, se estudian las variaciones de la protombina en sangre de animales sometidos a anoxia aguda, como prueba de suficiencia hemática y de capacidad de reacción del hígado. Asimismo, se practica estudio histopatológico de la grasa y glucógeno hepático en animales encerrados en Cámara de Baja Presión y sometidos a diferentes alturas y tiempos de duración.

Se comprueban las observaciones de VIAUT y MUNTE

y su doctrina de adaptación a las alturas por aumento de glóbulos rojos en la circulación periférica y no en la sangre central. Se estudia la resistencia globular en animales sometidos a diferentes alturas en Cámara de Baja Presión.

En la Sección de Química Biológica y Veterinaria, ALVARO ZUGAZA y LOPEZ LORENZO, trabajan en la síntesis de la dimetil-para-fenilenodiamina. Estudian los efectos de la anoxia sobre los tejidos y el contenido en los mismos de fósforo fácilmente hidrolizable, observando las perturbaciones de la resíntesis de los fosfatos utilizados en el trabajo muscular.

Estudian, asimismo, experimentalmente, la acción del citocromo C, ácido ascórbico, nicotinamida y glutarion, sobre los cambios químicos producidos por la anoxia. (380).

PARACAIDISMO Y EVACUACION SANITARIA

Dos problemas médico-aeronáuticos que merecen, como consecuencia de la II Guerra Mundial, una referencia aparte:

a) El Paracaidismo:

Las experiencias vividas durante la II Guerra Mundial han facilitado un mejor conocimiento de la acción del lanzamiento en Paracaidas y de sus efectos sobre el organismo humano.

Pudo conocerse que durante la caída libre la velocidad aumentaba progresivamente hasta una velocidad, llamada de régimen, que es resultante entre la aceleración

de la gravedad y la resistencia del aire que frena.

Al abrirse el paracaídas, la velocidad de caída va a reducirse en el sólo trayecto de 28 metros desde los 200 Kms./hora a los 21,600 Kms/hora -6 metros por segundo-. La consecuencia de este frenado es la aparición de unas fuerzas G que actúan contra el asiento y regiones pélvicas del paracaidista durante un periodo de 4 a 5 segundos, tanto mayores cuanto mayor sea la velocidad de caída y eficacia del frenado.

Se estudió la altura más conveniente para el lanzamiento en paracaídas y se estimó alrededor de los 1.500 metros, altura que concede margen de seguridad en la maniobra de apertura y a la cual las fuerzas G de deceleración son perfectamente tolerables por el hombre. Ahora bien, lo que ocurre es que esta altura óptima corrientemente sólo puede ser prefijada en lanzamientos deportivos o en entrenamientos. En emergencias o acciones bélicas por sorpresa con vuelo a grandes alturas no queda otro recurso que la apertura retardada del paracaídas en evitación de exponerse a un serio accidente.

En un lanzamiento desde 10.000 metros LOVALACE, en 1943, practicó apertura inmediata, experimentando un choque tan intenso que perdió el conocimiento. RITCHIE, poco más tarde, experimenta las mismas consecuencias y, ya en 1944, se había llegado al convencimiento de que la apertura del paracaídas en altas cotas es de efectos más intensos para el hombre que la hecha entre 1.000 y 15.000 metros, independientemente de este motivo traumatizante.

Cuando el lanzamiento se hace desde grandes alturas, se impone la caída libre, aparte de que puedan existir motivos técnicos, por dos razones de tipo fisiológico: evitar la exposición prolongada a los efectos de hipoxia, y a las bajas temperaturas.

Se considera imprescindible para lanzamiento por encima de los 10.000 metros, el ir provisto de equipos de O₂ y de ropa termoaislante.

Se hicieron estudios para una profilaxis de los traumatismos de la caída, fundamentalmente desde el punto de vista del lanzamiento de tropas aerotransportadas y emergencias. Se concluyó que debe adoptarse una vez abierto el paracaídas y antes de 300 metros del suelo la postura de: situar los brazos a ambos lados de la cabeza, con las manos fuertemente agarradas a las cuerdas de sujeción, mantener los miembros inferiores en ligera flexión de rodillas y caderas, con los pies en extensión para apoyar en primer lugar en tierra la superficie dígito-plantar anterior y no el talón, manteniendo los pies unidos para que se repartan entre los dos miembros los efectos del choque.

Se vió que el aumento de velocidad de los aviones aumentaba el peligro del lanzamiento por posibles contactos con las estructuras del avión en la salida, y se pensó que el lanzamiento debía hacerse por una fuerza de expulsión. Ya los alemanes después de varios experimentos con resultado positivo, instalaron en 1944, los primeros asientos eyectables en sus aviones. Posteriormente, en 1946, ingleses y americanos harían lo mismo con resultados también exitosos. (381).

b) La evacuación sanitaria.

Durante la II Guerra Mundial adquieren, asimismo, importancia especial las evacuaciones aéreas sanitarias.

Para la evacuación aérea sanitaria individual, se consideró medio ideal para distancias de hasta 30 kms. el coche ambulancia; para distancias de 30 a 600 kms. el helicóptero y, para las de más de 600 kms., el avión Sa-

nitario ligero. Ahora bien, con la supeditación en todo caso a factores geográficos, meteorológicos, económicos y técnicos, tendiendo siempre a un mayor uso del helicóptero por sus ventajas de traslado directo desde lugares inaccesibles, incluso hasta el propio lugar del tratamiento.

La evacuación aérea Sanitaria Colectiva, atiende al transporte inmediato de heridos o enfermos, o al de heridos ya atendidos, a hospitales, para terminar su curación. El traslado rápido transforma favorablemente el pronóstico de los heridos graves y mejora la moral del combatiente.

Durante la Guerra mejoraron extraordinariamente las características de los aviones Sanitarios, tanto en confort como en rapidez y capacidad:

Alemania dispuso del JU-52, con capacidad para 12 camillas y 5 asientos, capaz de volar a 200 kms/hora, con una autonomía de 1.000 kms., que iba provisto de calafacción eléctrica, llevaba un pasillo central y las camillas eran las mismas utilizadas en las ambulancias. También contó con el Storch (Cigüeña) que tenía la ventaja de despegar en pocos metros, y que llevaba dos literas, alcanzando una velocidad no superior a los 130 Kms./hora.

Las cifras estadísticas que tomamos de GRANDPIERRE, las consideramos muy significativas:

La F.A. de los EE. UU. hizo, sólo en enero de 1943 a mayo de 1945, el traslado de 1.172.648 heridos, con una mortalidad del 4 por 100.000.

La aviación francesa, de abril a junio de 1945: 2.000 heridos y repatriados y 20.000 prisioneros o repatriados enfermos.

Entre 6 de junio de 1944 y 31 de mayo de 1945, fue-

ron evacuados por avión entre Gran Bretaña y EE. UU.
383.676 heridos o enfermos; sólo en el mes de abril de
1945, la cifra fue de 82.000.

Tomamos también de GRANDEPIERRE el tipo de los
aviones más empleados y capacidad de los mismos:

- "C-47 (Dakota), capacidad para 24 heridos acostados.
- "C-46 (Comando), capacidad de 24 acostados y 9 sen-
"tados.
- "C-54 (Skymaster) capacidad de 20 a 36 heridos acos-
"tados, según modelo.
- "C-82 (Farchild) con capacidad para 34 hombres acos-
"tados.
- "C-87 (Liberator) con capacidad para 14 hombres acos-
"tados.

"Estos aparatos llevaban además personal sanitario
"(médico y enfermera) con material sanitario adecuado
"(O₂, suero, plasma y material quirúrgico, etc.) (382).

Es un paso decisivo el disponer de equipos de O₂ con
lo que las contraindicaciones prácticamente desaparecen.

Estas evacuaciones con O₂ ya las practicarían los
alemanes a principios de 1939, con ocasión de la Guerra
Civil Española, evacuaciones de una distancia de 2.500
kms., alcanzando alturas al remontar Los Alpes superiores
a los 5.000 metros. En mayor escala las repetirían des-
pues en Polonia y a todo lo largo de la Guerra, alcanzan-
do corrientemente los 6.000 metros de altura sin percan-
ces, pero siempre comenzando la inhalación de O₂ antes de
alcanzar los 3.000 metros y manteniéndola de modo perma-
nente.

Por la experiencia recogida se llega a la convic-
ción de que las escarapelas y cruces rojas es un defi-
ciente medio de identificación a cierta distancia, y es,
por otra parte, lógico pensar que cabe temer que estos
distintivos puedan ser utilizados con aviones que trans-
portan combatientes o material de guerra .(GRANDPIERRE).

Es, por otra parte, lógico que este medio de empleo de la aviación lleva consigo la necesidad de la observancia de unas reglas de higiene más escrupulosas en cuanto a: inspección sanitaria aérea; desinfección de aviones; higiene de los campos de aviación, etc., cometido obligado del personal sanitario aeronáutico.

También adquiere más importancia durante este periodo de guerra, el empleo del avión para la lucha contra las enfermedades epidémicas y la dispersión de los insecticidas en polvo o niebla permite la rápida destrucción de parásitos, moscas, mosquitos, propagadores del paludismo, dengue y fiebre amarilla, disenterías, etc. Se hizo gran uso del D.D.T., verde París, verde Schweinfurt y arseniato de cobre.



VII LA MEDICINA AERONAUTICA EN LA ERA DE LOS AVIONES A REACCION

La era de la aviación a reacción la situamos en los primeros años de la postguerra, cuando la misma comienza a ser utilizada industrialmente en las líneas comerciales.

Ahora bien, fue el 27 de agosto de 1940 cuando el italiano CAPRONI-CAMPINI realizara ya el primer vuelo en un aparato de propulsión a chorro, y corresponde a 1930 la fecha de construcción y registro del primer motor a chorro por Sir FRANK WHITTLE de las Reales Fuerzas Aéreas Británicas. Este motor fue adaptado años más tarde a varios cazas ingleses y fue la base del turborreac-

tor de la General Electric utilizado por el Bell-XP-59-A, primer avión a chorro norteamericano. No obstante, el primer reactor inglés no voló hasta 1941 y el Bell-XP-59-A, en 1942.

En Alemania HANS VON OHAIN, que había registrado su patente de reactor en 1935, lanzó su primer aparato a reacción, el He-178, construido por Heinkel en 1939. Todavía a finales de la Guerra cunado ya era una utopía el remedio de sus adversidades, Alemania lanzó el birreactor Me-262 y el bombardeo tetrarreactor Ju-287.

Es en la guerra de Corea cuando hace presencia a gran escala el caza a reacción y cuando, en 1950, intervinieron los chinos con sus Mig-15, de fabricación rusa, y los americanos con sus F-86. A continuación aparecerían los también americanos F-80 y los Meteor británicos.

La supremacía de la Aviación Comercial de la postguerra seguía en manos de los americanos que seguían sirviéndose de sus grandes aparatos a pistón.

Los ingleses decidieron poner en marcha su audaz programa de producción de grandes transportes a reacción. Su "Comet" construido por la Firma Havillan, fue el primer avión comercial a reacción, pero que lanzado en 1942 hubo de ser retirado en 1954 a causa de sus muchos accidentes. Tuvo la aviación comercial inglesa más éxito con el "Vickers Viscount", lanzado en 1933, y el "Bristol Britannia", en 1957.

Los rusos construyeron el "Mig-15", después el Tu-104 y todo un arsenal de bombarderos y grandes transportes a reacción o turbohélice, comprendiendo el TU-114 (mayor avión Comercial del mundo), que en 1959 unía en once horas Moscow con Nueva York.

Norteamérica no podía quedarse rezagada y la Pan

American pone en servicio, en 1958, el tetrarreactor "Boeing-707".

Los ingleses alcanzan también la primacía del empleo del reactor en su aviación militar. A partir de 1950 ponen en vuelo enormes cuatrirreactores ("Victor", "Valian" y "Vulcan"), varios cazas rápidos a reacción o turbohélice especialmente el "Javelin" con ala en forma de Delta, primer caza birreactor del mundo.

En la carrera por la supremacía aérea ha de mencionarse, por parte de los EE. UU.: el bombardero B-17, con seis reactores (aparecido en 1947); sus cazas a reacción; su Super Sabre F-100, avión supersónico de 1953; el B-52; los F-102 y 106; el F-104; el pesado "Tunderchief" F-105; el bombardero supersónico de ala Delta B-58, etc.

Por parte de los rusos: TU-16, de 1954; Mig-19 y 21 de 1956 y 1957, y el helicóptero MI-6, mayor a reacción de este tipo.

La U.R.S.S. y la U.S.A. equipan a sus aliados con aviones militares a reacción. Los Mig vuelan en todos los países del bloque comunista y la OTAN utilizan Sabres.

La industria europea fabrica excelentes aparatos:

En Francia se construye el "Mirage III", supersónico con ala delta, propulsado por cohetes y reactores, el "Mirage IV" (bombardero pesado); el caza "Mystere" y el "Etendrad IV".

Grecia fabrica el "Draken" supersónico de ala doble delta.

Italia el avión de apoyo táctico "Fiat-G-91".

Lo que cuenta es la velocidad que supone exigencias de nuevos materiales de construcción, resistentes a gran-

des tensiones y temperaturas. Los experimentos en este sentido llevan a la construcción del X-15, experimental, capaz de volar a 93.000 metros de altura y velocidad de 6.400 Kms./hora, soportando temperaturas de casi 650° C.

El bombardero americano XB-70, que fue presentado con éxito al principio de la década de los 60, volaría a 3.200 Kms./hora; sería capaz de alcanzar 800 metros de altura en 5 minutos y un techo de 30.000 metros.

La Aviación Comercial tiene otros dos grandes proyectos: el Concorde y el S.S.T. De la lucha de los intereses económicos y de prestigio nacional ha de beneficiarse mucho el futuro de la técnica aeronáutica.

El hecho de que después de la II Guerra Mundial sólo EE. UU. , Gran Bretaña y la Unión Soviética produjeran tipos importantes de aviones militares y lo mismo comerciales, secundados si acaso, aunque a distancia, por Francia, no impide que la mayor parte de los países dispongan de aviones de los últimos modelos y tanto en su aviación militar como comercial, bien que servidos en su mayor parte por las industrias de aquellas grandes potencias productoras.

En el caso concreto de España, la Industria Aeronáutica no estaba muy desarrollada. Sin embargo, aunque en pequeña cantidad se construyeron en las Factorías españolas varios tipos de aviones (tanto para aplicación militar como comercial), así como avionetas de enseñanza, turismo y vuelo deportivo.

Entre los tipos de aviones militares, merece citar como más importantes: el HS-42-D 4, de enseñanza y entrenamiento; el HA-1109 KIL; el MIL de combate; el HA-1110 KIL, de entrenamiento de combate; el HA-100-CL, de enseñanza básica; el HA-200 RI, birreactor biplaza, de entrenamiento (de 2.600 kgs., 700 Kms./hora y techo 12.500 me-

tros), conocido con el nombre de "Saeta" y, finalmente, el "AISA" AVD-12, avión de enlace.

Entre los aviones comerciales construidos en las Factorías españolas, destacan: El "CASA"-201; "Alcotan" bimotor, con capacidad para 12 personas con un techo de 5.600 metros y una velocidad de 350 kms/hora. El "Casa 207 "Azor" bimotor con capacidad para 30 o 40 pasajeros capaz de una velocidad de 460 kms./hora, techo práctico de 8.600 metros y un radio de acción de 2.600 kms.

Además la aviación militar cuenta con aviones de guerra fabricados en otras naciones, fundamentalmente modernos reactores fabricados en EE. UU.

Las Líneas Comerciales poseen también modernos aviones de pasajeros y transporte de origen extranjero, destacando entre ellos, los "Superconstellation" estadounidenses.

La Aviación a Reacción va indudablemente a ofrecer serios problemas a la Medicina Aeronáutica, sin cuya colaboración, por otra parte, no hubiera sido posible su progreso. Sin que vaya la aviación a reacción a exigir la selección de "Superhombres" sí va a aconsejar un examen inicial más meticulouso del elemento humano con vistas a un pronóstico favorable de eficacia a largo plazo.

Los superiores techos, los acentuados cambios de temperaturas, la presencia de mayores ruidos y vibraciones, las mayores velocidades y aceleraciones, la menor disponibilidad de tiempo para reaccionar, etc. van a plantear al tripulante: mayores exigencias, potenciales peligros y situaciones de "stres".

El problema es universal y los Médicos Aeronáuticos de los distintos países trabajan seriamente en pos de su solución.

En Francia: En los Laboratorios de algunas Facultades de Medicina, en parte subvencionados por la Sanidad de Aviación, se hace investigación de Biofisiología Aeronáutica y se imparten enseñanzas de Medicina Agronáutica en las propias Facultades, De esta manera la Medicina Aeronáutica se organiza y adquiere un puesto cada vez más importante; interesan sus estudios y emergen de ella gran número de personas que, por razones diversas, se ocupan de las cuestiones de aviación.

Médicos especialistas tienen ocasión de conocer las reacciones fisiológicas a las diferentes condiciones de vuelo, las lesiones provocadas por el vuelo, y los fenómenos que traducen la adaptación al vuelo o la facilidad de esta adaptación. Gracias a esto se pueden determinar los límites de resistencia del organismo humano a los distintos factores vulnerantes del vuelo, preconizar o aplicar los medios de selección del personal navegante, de entrenamiento fisiológico del aviador, tomar las adecuadas medidas de higiene del vuelo y hacer un correcto transporte sanitario. Asimismo, les permitirá el establecimiento de bases fisiológicas y participar en el diseño o realización de ciertas partes del avión y de distintos aparatos destinados a suplir o facilitar las funciones orgánicas más o menos deficientes para las condiciones del vuelo.

En 1946 comienza a editarse en Francia la Revista La Medicine Aeronautique en calidad de Boletín del Servicio de Sanidad del Aire, publicación trimestral de seleccionado contenido científico y que calificamos de ejemplar en su género. Consta de las Secciones: Memorias originales, varias, información y bibliografía. (383) Su publicación transcurre ininterrumpidamente hasta finales de 1959, en que por decisión ministerial, se funde con las de otros Cuerpos militares para formar la "Revue des Corps des Sante des Armees (Terre-Mer-Air) et du corp Veterinaire" (384).

En 1948, editado por L'Expansion Scientifique Française, sale a la luz en París Elements de Medicine Aeronautique, libro de 500 páginas, publicado bajo la dirección de ROBERT GRANDPIERRE, con la colaboración de FRANCK, BIGET, BRICE, GALLOUIN, GROGNOT, LEMAIRE y DUGUET, obra nueva y puesta al día, nacida principalmente de las experiencias y el trabajo de muchos años, de los Médicos de las F.A. Reune material de Cursos de los Médicos de Sanidad del Aire, de Conferencia a los alumnos de la Escuela Superior de Aeronáutica y de Cursos preparatorios para el Diploma de Medicina Aeronáutica en la Facultad de Medicina de Nancy. (385)

Después de una Introducción en la que hacen un resumen respecto a la Historia de la Medicina Aeronáutica y a su interés, pasan a estudiar la Medicina Aeronáutica en cuatro partes:

En la primera: Tratan, en general, de lo concerniente al estudio de la estructura y funcionamiento de los aviones, analizan el trabajo del piloto a bordo del avión, y los factores de perturbación que, provenientes de la atmósfera o del aparato, actúan sobre el organismo humano en el curso del vuelo. Resaltan y describen los grandes avances conseguidos en cuanto a instrumentos auxiliares de la navegación, y cómo se modifican los problemas fisiológicos o médicos con el empleo de la propulsión a reacción.

Señalan que los órganos del piloto puestos en juego e indispensables para la realización de actos motores no exigen un trabajo dinámico considerable, pero sí son numerosos y han de estar en constante actividad, por lo que el pilotaje general fatiga después de vuelos de larga duración y que a la fatiga debida al trabajo estático se añadirá una fatiga sensitivo-sensorial y una fatiga psíquica. Estudian los factores físicos y químicos de

la atmósfera, generadores de trastornos y la disminución de la tensión de O_2 en la altitud, la hipopresión atmosférica, el frío, el grado de humedad y los vientos, como factores particularmente importantes de acción fisiopatológica. También examinan la importancia de las características del avión y de la modalidad del pilotaje.

La segunda parte la dedican al estudio de la acción fisiopatológica de los diferentes factores de perturbación a los que está expuesto el aviador.

Estudian en distintos Capítulos: Los efectos fisiopatológicos de la anoxemia de altitud sobre los distintos aparatos y sistemas del organismo del piloto, previa exposición de los medios de estudio (expediciones a las altas montañas, viajes en globo y avión, cámaras de depresión e inhalación de mezclas gaseosas pobres en O_2). Asimismo los efectos de la depresión atmosférica, efectos de la dilatación de los gases del organismo, efectos de la velocidad de depresión, efectos de la descompresión explosiva y sus lesiones anatomopatológicas respectivas.

En otro Capítulo describen los efectos fisiopatológicos de la velocidad y de las distintas aceleraciones en distintas posiciones del sujeto y la influencia de las aceleraciones complementarias.

También estudian los efectos fisiopatológicos del frío, del viento, de los ruidos y vibraciones. Los efectos de la falta de visibilidad, de los movimientos complejos y el "Mal del Aire".

Dedican un Capítulo a los efectos fisiopatológicos del salto en paracaídas y las lesiones observadas.

Otro Capítulo lo dedican a estudiar la tolerancia del organismo a los diferentes factores del vuelo (altura, anoxemia, depresión atmosférica, aceleraciones) y los



I a



I b



II a



II b

Fig. 79. Deformación de las partes blandas de la cara y párpados por la presión del viento: I^a = suelo; I b) = expuesto al viento de 250 Km/h. (presión de 300 Kg/m²).

II a) suelo. II b) expuesto a un viento de 425 Km/h. (presión 500 Kg/m²) (SCHUTZE).

medios para determinar dicha tolerancia.

En un último Capítulo de esta segunda parte, estudian disturbios y lesiones observadas por el aviador.

En la tercera Parte estudian detalladamente los medios de protección del aviador para antes de iniciar el vuelo y durante el concurso del mismo.

En Capítulos separados analizan: la Selección física y psicofisiológica del aviador, inicial y periódica que permita excluir los sujetos incapaces de soportar sin peligro las condiciones de vida del aviador, aptitud que periódicamente debe contras-

tarse, describen los medios y métodos de examen y su postura en la interpretación de resultados, la higiene del aviador (educación física y deportiva, alimentación, intoxicaciones), la protección individual en el curso del vuelo contra los factores físicos (viento, deslumbramientos, ruidos, temperatura, efectos de la depresión, aceleraciones, pérdida de altura, mal del aire, falta de visibilidad, accidentes de paracaidismo), la protección individual contra la acción de la disminución de la tensión de O₂ (describiendo las bases fisiológicas de la inhalación

de O_2 , proporciones, sistemas de inhalación y tipos de inhaladores), la protección colectiva (acondicionamiento de la atmósfera de las cabinas con estudio de la cabina cerrada y estanca, instalaciones especiales según que el tipo de personal transportado sea navegante, pasajeros sanos o enfermos y heridos); el entrenamiento y los distintos fenómenos de adaptación (al vuelo en avión, a la altura, al pilotaje, a las aceleraciones, al pilotaje sin visibilidad); los accidentes de aviación (papel del médico en caso de accidente, accidentes en el mar, regiones desérticas y desierto, causas y lesiones). Finalmente, dedican un Capítulo al tratamiento de las principales afecciones aeronáuticas, incluyendo el rescate en el mar y en el desierto.

La Cuarta Parte de la obra la dedican al estudio de los problemas biológicos o médicos relacionados con el empleo del avión para el transporte de pasajeros, fletes, heridos o enfermos; la policía sanitaria aérea y de los aeródromos, el empleo del avión en la lucha contra ciertas enfermedades (tosferina, asma, sinusitis, enfermedades del S.N., etc.). Finalmente, el último Capítulo lo dedican al empleo del avión en los Aeroclubs, como medio de entrenamiento deportivo y de divulgación de las prácticas aeronáuticas, fijando el cometido de los médicos de los mismos que deben ser especializados en problemas médico-aeronáuticos.

La Editorial Masson publica en el mismo año de 1948 el libro Medicine de L'Aviation, del que es autor J. MALMEJAC. Es otra muy importante obra de Medicina Aeronáutica, significativa del gran momento médico-aeronáutico de Francia. (386).

En una primera Parte estudia MALMEJAC las condiciones de los más diversos órdenes que impone el vuelo de avión; estudia la atmósfera, los mecanismos de acción de la depresión barométrica sobre el organismo (enrarecimien-

to del aire y expansión de gases), y los factores perturbadores nacidos del propio avión y de sus desplazamientos.

En una segunda Parte incluye el estudio de los medios puestos en juego para determinar la influencia ejercida sobre el organismo por cada uno de los factores "efficients", la fisiología puesta al servicio de la aviación.

En la tercera analiza las reacciones desendadenadas por la altitud, los efectos químicos de la depresión barométrica, los efectos físicos, los fisico-químicos, y la influencia del frío y medios de protección contra el mismo.

En la cuarta Parte MALMEJAC se refiere al análisis de las reacciones desendadenadas como consecuencia de los movimientos del avión (ruidos y vibraciones, ventilación aceleraciones), y al estudio del vértigo y "Mal del Aire".

La quinta Parte es una síntesis fisiopatológica y clínica y en ella comprende un estudio de los accidentes agudos, de la higiene del personal navegante, de la fatiga y mal del aviador, de los accidentes crónicos y de las contraindicaciones al desplazamiento en avión.

En la sexta Parte sienta el autor las bases de la selección del personal navegante en el triple aspecto: médico, fisiológico y psicológico.

Termina la obra con unas conclusiones generales y una amplia bibliografía por Capítulos.

En la Facultad de Medicina de Lyon, realiza JACOB, en 1949, su Tesis Doctoral Contribution a l'etude de la Psychologie de l'aviateur..., que, dirigida por GRANDPIERRE constituye una interesante puesta a punto de los co-

nocimientos del momento sobre Psicología del Aviador. Trata en su Primera Parte de las condiciones de trabajo del aviador. En la Segunda Parte, estudia los desfallecimientos del S.N. del Aviador, particularmente en las acciones de guerra; estudia la tensión nerviosa y, consecuentemente fatiga del vuelo, así como su abocamiento al "surmenage" y al "desfallecimiento psicopatológico" o al menos a la "fatiga operacional". (387).

En 1950 se publica en Paris el libro de JAYLE, OURGAUD, BENOIT, BLET y BERARD, La visión nocturna y sus trastornos, obra muy completa y documentada, en la que después de un resumen anatomofisiológico estudian la fotoquímica de la púrpura, la electro-retinografía, la adaptación retiniana a la oscuridad y las características generales de la visión nocturna en el sujeto normal. Describen los instrumentos de examen que consideran de mayor utilidad. Consagran dos capítulos a las variaciones del sentido luminoso en patología ocular, y otro a los efectos de la anoxemia, de las intoxicaciones y de las drogas. (388).

En junio de 1951 tiene lugar en Paris el XIII Congreso Internacional de Medicina y Farmacia Militar. En él se desarrollan interesantes ponencias sobre: Los problemas médicos planteados a la Navegación Aérea, tema que había sido confiado en el anterior Congreso, que tuvo lugar en Méjico en 1949, a los Médicos aeronáuticos franceses y de EE. UU, siendo BENSON, por parte de EE. UU. y GRANDPIERRE y BERGERET, por Francia los que toman la responsabilidad de la misión encomendada, limitando sus consideraciones a los problemas médicos de los aviones modernos de alto rendimiento (en cuanto a velocidad y altura).

Las Ponencias de cada una de las dos naciones muestran sus tendencias y competencias particulares. La de

EE. UU. tiende a prestar una especial atención a las cuestiones de aplicación práctica, en tanto que la de los franceses, insiste en los grandes problemas fisiológicos de base.

Tienen las dos Ponencias aspectos muy diferentes: la americana es muy rica en detalles de estadística y fotografía; la francesa es más abstracta y de lectura menos atractiva.

Además de estas Ponencias se aportan otras importantes Comunicaciones, como: la de PUIG QUERO (España) sobre "Problemas Médicos nacidos de la Navegación Aérea y Submarina"; la de PERA y LOMONACO (Italia), sobre "Indicaciones y contraindicaciones del transporte de enfermos y heridos por vía aérea"; la de GOYEN (Turquía), "Problemas Médicos nacidos de los Viajes Aéreos"; la de DUTREY y MAROT (Francia), sobre Aviación Sanitaria; de BOURDINAUD y PLAS (Francia) "Un test de anoxia, test de fatiga para el control y selección del aviador", y la de MALMEJAC y PLANE (Francia), "Influencia del déficit de O_2 sobre la actividad de la corteza cerebral, estudio experimental valiéndose de los reflejos condicionados". (389).

Del 9 al 11 de junio de 1952, se realiza en Estrasburgo la Segunda Reunión de la Asociación de Fisiólogos de lengua francesa. En ella se desarrollan dos Ponencias y 72 Comunicaciones.

Una de las Ponencias corre a cargo de BOULANGER y CORDIER y hace referencia a "El papel de los hematíes en el transporte y reserva de las sustancias minerales y orgánicas."

La otra Ponencia fue de COLLE, GASTAUT y DELL y se refiere a la "Correlación del S.N.V. y el Sistema de la vida de relación".

Entre las Comunicaciones merece destacar por su in-

terés aeronáutico: "Los umbrales de sensación vibratoria" y las "Reacciones biológicas de los animales sometidos a campos vibratorios", ambas debidas a BUGARD.

"Las reacciones angüneas y circulatorias provocadas por ultrasonidos transmitidos por el aire" de GROGNOT. "Modificaciones de E.C.G. en el curso de la anoxia y variaciones bajo la influencia de ciertas sustancias", de TABUSSE, DAMASO y JOLY. "Modificaciones respiratorias y circulatorias provocadas por respiración a sobrepresión" de GRANDPIERRE, FRANCK, LEMAIRE y VIOLETTE. "Efectos respiratorios y circulatorios de las descompresiones explosivas", de VIOLETTE, etc.

El texto de todas estas comunicaciones fue publicado en el Journal de Physiologie (tomo 44 núm. 2, de 1952).

En septiembre del mismo año de 1952, tiene lugar en París una Reunión "Interina" de la Aero Medical Association (Internationale), la priera realizada fuera de América del Norte, cuyo programa científico se desarrolló bajo la Presidencia de Honor de BINET y efectiva de STOVALL, Presidente de la Asociación. Esta excepción nace de una deferencia americana a la memoria de Pilatre de Rozier, Paul Bert, Maublanc, Ratie, Cruche, Moulinier y otros franceses, así como en justo reconocimiento a las recientes aportaciones a la literatura Médico Aeronáutica Mundial de la Revista La Medecine Aeronautique y de las obras de GRANDPIERRE y MALMEJAC.

Asisten a ella numerosos médicos aeronáuticos franceses, civiles y militares, numerosos médicos de la U.S. A.F. y de las tropas de ocupación de Alemania, mereciendo destacar la presencia de ARMSTRONG.

Se presenta en ella unas 50 Comunicaciones, en su mayoría de autores franceses, entre las que significamos:

"La exploración funcional pulmonar en la selección
"del personal navegante de Aviación", de TABUSSE, BI-
"GET y GOMEZ.

"La fatiga en los pilotos de aviones a reacción",
"de MASES y FAEL.

"Organización de la Selección inicial y control de
"aptitud..." de PLACIDI, FALCONNET y otros.

"Efectos fisiopatológicos de las vibraciones sono-
"ras de 25.000 Hz...", de GROGNOT.

"Evaluación de la aptitud visual", BEYNE,

"Una nueva prueba de desequilibrio provocado" EVRARD.

"Resultados prácticos del examen psicofisiológico
"del personal navegante", ALLARD.

"Actividad suprarrenal en anoxia", de MALMEJAC y
"GROSS.

"Efectos cardiovasculares de ciertas descompresiones
"explosivas", VIOLETTE.

"Variaciones de los efectos respiratorios y circula-
"torios, según la velocidad de establecimiento de la
"respiración a sobrepresión", de GRANDPIERRE y VIOLETTE.

"Antihistamínicos de síntesis" e "Hipoxia, Hipero-
"xia y facultades intelectuales del hombre normal", BI-
"NET y STRUMZA.

"Síndrome traumatovibratorio experimental" y "Sín-
"drome traumatico-vibratorio humano..." de BUGARD y
"colaboradores.

"Secuelas tardías de los barotraumas agudos del oi-
"do medio" FALCONNET, NOGET y ROBERT.

"Variaciones E.C.G. consecutivas a vuelos repetidos
"en cabinas presurizadas", de PLAS y BOURDINAUD.

"Reacciones del corazón izquierdo a las pruebas de
"anoxia y esfuerzo", PLAS, TABUSSE y BOURDINAUD.

"Asimismo otros trabajos sobre sorderas de los avia-
"dores, condiciones de aptitud otológica y protectores
"auriculares, son presentados por FALCONNET, ROBERT,
"MARIES, LANGRAF y FABRE.

Todas las Comunicaciones presentadas se publicaron

en la Revista La Medicine Aeronautique. (390)

A la Reunión de Fisiólogos de lengua francesa (la núm. 22), celebrada en Lille en junio de 1954, se presentaron varios trabajos de investigación relacionados con la fisiopatología aeronáutica, que consideramos de interés y de los que resumimos en unas palabras su contenido:

BIGET señala que la anoxia creada por la altitud ficticia de 4.000 metros no es un factor de oxicarbonismo endógeno en el hombre.

BINET y STRUMZA piensan que la apnea primaria anóxica parece ser una inhibición respiratoria de origen vagal, y que cuando la anoxia se prolonga los centros respiratorios vuelven a la actividad, aunque ligeramente modificada.

DEJOURS, LABROUSSE y TEYCHENNE demuestran que después de pruebas de hiperventilación no se observa fase de apnea, si bien que en ciertos casos el CO_2 alveolar se haya visto descendido hasta cifras de 14 m.m. de Hg. Pienzan que para los valores inferiores a 31 m.m. de Hg. la respiración parece independiente de la presión alveolar del CO_2 .

GRANDPIERRE, FRANCK, BIGET y BOUVERT muestran que en el curso de la respiración por difusión, la saturación del O_2 de la sangre se mantiene normal, mientras que el CO_2 se acumula en la sangre y en los alveolos pulmonares, y que si se practica luego una hiperventilación baja la tasa de CO_2 alveolar y en sangre pero se constata aumento del ácido láctico sanguíneo y cerebral, que no se habían modificado en el curso de la respiración por difusión.

GROGNOT y GRANDPIERRE, constatan que los cobayas que han permanecido de 7 a 9 horas en atmósfera de O_2 pu-

ro presentan siempre lesiones pulmonares que son reversibles. Asimismo observan que la previa administración a los mismos de ACTH o cortisona agravan las lesiones, y que en cambio se puede evitar las mismas si antes de su exposición al O_2 puro se les suministra Clorpromacina o Tetrametilamonio.

MALMEJAC y GROSS estudian la influencia del S.N. sobre la actividad córticosuprarrenal e insisten en la importancia funcional de la relación médulo-córtico-suprarrenal sobre la anoxia y ciertas formas de shock.

SOULAIRAC, después de comprobar diferencias de sensibilidad a la anoxia, entre las regiones anterior y posterior de la corteza de la rata (más sensible la región anterior), estudia la acción de la estricnina y de la cafeína sobre la actividad eléctrica del cerebro, en el curso de la anoxia.

TABUSSE, OLSEN y COLIN muestran en su Comunicación que después de diversas pruebas de hiperventilación (anoxia, ejercicio muscular, e inhalación de O_2), se observan variaciones de la capacidad vital; en el sentido de aumento después del ejercicio físico y de la administración de CO_2 y de disminución después de la prueba de anoxia, variaciones que parecen ser debidas, según su opinión, a modificaciones de la vatomotricidad pulmonar.

VIOLETTE estudia los efectos de las descompresiones explosivas por medio de un sistema personal de registro, y expone las modificaciones observadas en la presión pulmonar, vena cava, arteria pulmonar y líquido céfalorraquídeo.

AGIA expone sus estudios sobre modificaciones en las tasas de grasas y glucógeno hepático observadas en el curso de la anoxia hipocápnica. (391).

En diciembre de 1954 tiene lugar en París un Con-

greso Aeronáutico Europeo, al que tiene acceso; una Comunicación de GROGNOT, GRANDPIERRE y GHOME, sobre los efectos fisiopatológicos de los ruidos emitidos por los propulsores de los aviones y medios de protección contra los mismos; asimismo, otra Comunicación de VIOLETTE sobre el escape gaseoso en el curso de las descompresiones explosivas. (392).

En 1955 se publica en París un libro de 154 páginas Aspect psychopathologique en mal d'air, del que es autor PAUGAIN. Comienza la obra con el estudio de las características del mal del aire; sigue con las hipótesis patológicas del mismo, insistiendo en que se trata de un síndrome vegetativo de origen reflejo y punto de partida esencialmente vestibular.

Piensa PAUGAIN que el mal del aire puede, desde el punto de vista psiquiátrico ser examinado en tres aspectos:

- a) Como un síndrome histérico.
- b) Como una neurosis de carácter, desequilibrio psíquico.
- c) Como un equivalente somático del miedo o la ansiedad, en sujetos de estructura psíquica normal.

De las consideraciones precedentes deduce la justificación de la investigación psicosomática en el curso del mal del aire, insistiendo en la necesidad de los psiquiatras en el medio aeronáutico. (393).

En septiembre de 1955 tiene lugar en París el Cuarto Congreso Anual, Sección de lengua francesa, de la Asociación Aero-medical Internacional, en el que participan representantes médicos de 16 países. A ella se presentan tres Ponencias y múltiples Comunicaciones:

La primera Ponencia la desarrolla GRANDPIERRE sobre su trabajo, hecho en común con GROGNOT, WIESINGER, LANGRAF y FAFRE, "Efectos fisiopatológicos de las vibraciones transmitidas por el aire en aviación. Medios de protección". Interesante estudio sobre el particular, con rica iconografía de los distintos espectros sonoros y de las respuestas a la acción de las vibraciones sobre distintos órganos y sistemas.

A esta Ponencia siguen distintas Comunicaciones sobre la acción del ruido sobre el oído, de las que son autores: FALCONNET y ALAVOINE, ROBERT, BURGEAT, BRIBEL y otros.

La segunda Ponencia se refiere a los aspectos aeronáuticos de ciertos estados patológicos del personal navegante: "La tuberculosis pulmonar y la úlcera gastroduodenal". Fue desarrollada por EVRARD.

Siguen a ella Comunicaciones sobre el tema, de LOMONACO y MASINI, HARDMEIER y KNOEPFEL, MONTAGARD, SIAY y SIMONEL.

La tercera Ponencia versa sobre "Patología Tropical y Aviación" y son autores de la misma ALLEHAUT, RABOUTET y CURVEILLE.

Siguen a la misma distintas Comunicaciones sobre el tema de las que son autores CELICE, PLAS, VASSAL, MONTAGARD, CURVEILLE y ROBERT.

También se presentan a este Cuarto Congreso Anual de la Asociación, otras diversas Comunicaciones sobre: "Visión en altas cotas" (WHITESIDE), "Discromatopsia adquirida del aviador" (PERDRIEL), "Vértigo de los aviadores" (BRANDT), "Evacuación aeromedical de urgencia" (STRCKLAND), y otros distintos temas de actualidad aportadas por: CANTONI, VIOLETTE, MALMEJAC. STRUMZA, PLAS, CURVEILLE,

ALLARD, COLIN, BRICE, GROGNOT, etc.

Tanto las Ponencias como el total de las Comunicaciones aparecerían publicadas en La Medecine Aeronautique. (394).

En 1956 aparecen en Francia importantes publicaciones médico-aeronáuticas:

En primer lugar el libro Precis d' Hygiene Aeronautique, de que son autores BOYER y STRUMZA. Constituye una puesta a punto de los problemas de Higiene en Aviación. (395) Está dividida la obra en cuatro partes:

La primera se refiere a la Higiene de los aviones; problemas de las cabinas (oxigenación, ventilación, temperatura, humedad, etc.), medidas de saneamiento a bordo (W,C,, desinfección, desinsectación, desratización).

La segunda parte está dedicada a la higiene de los pasajeros y navegantes, así como a las restricciones médicas de los viajes en avión. Un Capítulo está dedicado a la Selección médico-fisiológica, a la educación física y a la vigilancia del entrenamiento del personal.

La tercera parte la dedica a la Higiene de los aerodromos (suministro de agua potable, eliminación de aguas usadas, tratamiento de basuras, desinsectación y desratización).

La cuarta parte está dedicada a la Reglamentación Sanitaria Internacional de la OMS en lo referente a la Navegación Aérea.

Finalmente, en un Anexo transcriben los autores el texto completo de la Orden de 13 de noviembre de 1955, que fija las condiciones médicas de aptitud física y mental exigibles para el personal navegante de la aeronáutica civil.

Asimismo el libro de DEMANGE Contribución a l'etude de l'hiperoxie. Role de l'histamine dans la production des lesions pulmonaires. (396). La primera parte estudia los efectos fisiopatológicos de la intoxicación por el O₂; pasa revista a los trastornos del O₂; examina las diversas reacciones precoces del parenquima pulmonar a la hiperoxia (capilarodilatación a nivel de los alveolos, espesamiento adematosos de las paredes interalveolares, hemorragias). En la segunda parte expone las técnicas. En la tercera, los resultados, según los cuales, la por él llamada "Pnumonie a l'Oxigene" aparece en los cobayas a las seis horas de la inhalación de O₂ puro a presión barométrica del suelo, y la tasa de histaminasa del tejido pulmonar de los animales de experiencia aparece netamente aumentada después de un lapso de tiempo de permanencia bajo la influencia del O₂ puro.

De este mismo año es la obra de GINET Recherche d'une methode Physiologique de determination de la protection vestimentaire (397). En él hace el autor, en primer lugar historia de la protección vestimentaria; estudia a continuación los fundamentos, los métodos físicos de protección (que considera insuficientes), y sienta la necesidad de recurrir a los métodos fisiológicos de protección. Expone con detalle la determinación del aislamiento término procurado por el vestido, tiempo de tolerancia, protección de las manos y otros muchos conceptos.

También, en el mismo año de 1956, bajo la dirección de HERZOG, se publica La Montagne, libros de 500 páginas con abundante iconografía que es una verdadera enciclopedia del tema, un auténtico libro de arte. (398).

En él se trata el conocimiento de la montaña, los mitos y leyendas, su exploración, su conquista, su geología, la geografía, el arte y la montaña y, fundamental-

mente, la fisiología del hombre en la altitud y la adaptación del hombre a las montañas, conceptos éstos que, tratados por GRANDPIERRE en el Capítulo V, son de interés médico aeronáutico indudable.

GRANDPIERRE apostilla:

"En una mirada de conjunto sobre las respuestas del hombre a la montaña se aprecian desde el principio reacciones pasajeras de acomodación, apareciendo a continuación reacciones persistentes de mayor amplitud que corresponden al periodo de adaptación, al final del cual vuelve el organismo al equilibrio y el hombre se ha aclimatado. Gracias a la aclimatación el hombre puede vivir y trabajar a alturas alrededor de 6.000 metros, si bien que ese cambio de equilibrio no se hace siempre sin dificultades y en cualquier momento puede aparecer el accidente, y que por el contrario, si el cambio es cuidadosamente controlado puede ser favorable y contribuir, incluso, a curar ciertas afecciones. Termina GRANDPIERRE confesando cómo sólo estamos comenzando a comprender los mecanismos puestos en juego en el enfrentamiento brusco con la altura, en la adaptación y en la aclimatación".

En La Medecine Aeronautique (399) aparece una Nota de VIOLETTE concerniente al: Examen de aptitud física y mental del personal navegante de la Aeronáutica Civil, Nota destinada a los Médicos de aeródromos, a los Médicos de aviación de los aeroclubs; y a las Comisiones Médicas encargadas de conceder licencias para la aviación ligera y deportiva, aviación de turismo y aviación comercial.

En ella expone cómo la aptitud física y mental de los candidatos está regulada por Decreto del 13 de noviembre de 1953, de la Secretaría General de Aviación Civil y Comercial, y cómo los resultados del examen son consignados en una Ficha especial, en la que el candidato, en primer lugar, declara si anteriormente sufrió un examen semejante y su resultado, para en segundo lugar, hacer promesa firme de decir la verdad en todo lo que sea preguntado. A continuación especifica cuatro apartados:

- a) Condiciones de aptitud física general por aparatos y sistemas (standard general)
- b) Condiciones de visión S.V. (St. de visión).
- c) Condiciones de percepción del color (Stand de color).
- d) Condiciones de audición (S, A.).

En el Congreso Internacional de Cohetes y artefactos dirigidos, que tiene lugar en París en diciembre de 1956, una sección importante del mismo estuvo consagrada a la Fisiología y Biología bajo la presidencia de GRAND-PIERRE, que en la sesión inaugural hizo un recordatorio de los principales problemas biológicos que plantea la navegación aéreas con cohetes.

Dentro de este espacio se presentaron varias Comunicaciones:

BIGET y BOITEAU (C.I.M.A. de Paris) una sobre aspectos fisiológicos del vuelo sin gravedad.

VIOLETTE (del mismo Centro) otra sobre bases físicas y fisiológicas de la protección contra la descompresión explosiva.

STRUMZA (Facultad de Medicina de París) trata las condiciones respiratorias de los cohetes intercontinentales (oxigenación, absorción de CO_2 , humedad, olores, etc.

GIBERT y ADELINE se refieren a la asimilación clorofílica y regeneración de O_2 de una atmósfera confinada.

MAYO (U.S.A.) trata en su Comunicación, del factor humano y el control de cohetes y misiles.

POKOROVSKI, Director del I. de I.A. de la U.R.S.S.

expone su estudio sobre la catividad vital de los animales en ocasión de vuelos en cohetes por las capas superiores de la atmósfera. Denuncia el hallazgo de una elevación marcada de la presión arterial y una aceleración cardíaca en el momento de la salida del cohete, en el que los animales iban en compartimentos no herméticos y provistos de escafandra, y eran lanzados a una altura de 40 o 50 kms. con apertura de paracaídas a los 4.000 metros.

GASPA y COLIN (del Centro de Investigación de Medicina Aeronáutica) tratan el problema de los rayos cósmicos en alta atmósfera, así como de la protección contra los mismos.

ROSIN (de la Facultad de Medicina de Bruselas), expone el comportamiento fisiológico del hombre en gravedad cero.

Coincidentemente con el Congreso tiene lugar la exposición de aparatos técnicos: Inhaladores de O_2 desde los primeros tipos a los más modernos, escafandra aérea de GARSAUX y RICHOUX, trajes preparados para vuelo a gran altura C.E.B.A.-10, etc. Diferentes carteles expresaban el principio del funcionamiento del inhalador según la altura, los distintos problemas fisiológicos del vuelo de gran altura y velocidad, la actividad de la Medicina Aeronáutica en todas sus ramas y el papel del Médico del Aire. (400).

En abril de 1957 se inaugura en París el Laboratorio Médico Fisiológico en el Centro de Ensayos de Vuelo, que se ocupa del estudio del factor humano en el vuelo y de la solución de los problemas de biología aeronáutica, condiciones necesarias para el progreso médico-aeronáutico, y que cuenta con una moderna centrífuga y una Cámara de Baja Presión.

En junio de 1958 se celebra en París la XXVI Reunión

de Fisiólogos de Lengua Francesa. Entre las Comunicaciones presentadas a la misma destacan por su interés aeronáutico las referentes a:

El estudio de la ventilación en el hombre por el estímulo con gas carbónico, de la que son autores DEJOURS, LABROUSSE, RAYNAUD y FLADROIS.

A los ajustes circulatorios en el curso de la respiración a sobrepresión continuada, de la que son autores GRANDPIERRE, BOUVEROT, FLANDROIS y BOURDARIAS.

A las lesiones vasculares pulmonares en el perro, provocadas por descompresión explosiva, de VIOLETTE y SENELAR.

La determinación del espacio muerto por variaciones de la frecuencia respiratoria, de la que son autores PITTELOUP y FLEISCH (de Lausanne).

A los mecanismos fisiopatológicos de desencadenamiento de las lesiones locales debidas a la hiperoxia, obra de GRANDPIERRE, SENELAR y LOUBIERE.

Todas estas Comunicaciones se publicaron en el Journal Phys. (401)

En 1960 se funda en París la Sociedad Francesa de Fisiología y Medicina Aeronáutica y Cosmonáutica, que va a comenzar sus pasos bajo la dirección de GRANDPIERRE como Presidente y STRUMZA como Vicepresidente y que va a partir de 1961, a tener un órgano de comunicación, la Revue de Medecine Aeronautique (402). Dicha Sociedad se encarga de la organización del X Congreso Internacional de Medicina Aeronáutica y Cosmonáutica para Europa, que habría de celebrarse en septiembre de 1961.

En el referido X Congreso se desarrolla seis Ponen-

cias y más de un centenar de Comunicaciones de temas de actualidad aeronáutica, pudiendo afirmarse que en los distintos trabajos no queda sin tratarse tema alguno de la Medicina Aeronáutica.

La completa exposición de Ponencias y Comunicaciones fue transcrita en La Revue de Medecine Aeronautique, núms. 1 al 6.

Destacamos entre las mismas por su actualidad, las que se refieren a los trabajos de BLANC y colaboradores, sobre E.C.G. en el personal navegante y en sujetos normales sometidos a control periódico, de SOUSSEN, del Estudio de la significación de ciertos aspectos inhabituales del E.C.G. del sujeto normal; la de VAANDRAGER y GRIMM, sobre arteriosclerosis coronaria en los pilotos; la de BUSNENGO, que estudia el E.C.G. en sujetos sometidos a distintas aceleraciones, según los diversos ejes corporales; la de CASTET, sobre despistaje de la arterioesclerosis coronaria; la de TABUSSE y PANNIER, sobre el infarto de miocardio en el joven aviador; la de MALMEJAC, sobre fármacos psicotropos en aviación. Asimismo no se pueden dejar de mencionar: la de STRUMZA y OLSON, sobre los efectos de la gravedad cero en el sistema cardiovascular; la de LEEUWE, sobre las burbujas de gas en sangre, después de la descompresión explosiva rápida; la de GRANDPIERRE y colaboradores, sobre experiencias biológicas francesas en cohetes; la de CHUMBERT y KOLDER, sobre orientación espacial; de BRANDT, referente a la influencia del entrenamiento sobre la equilibración; de LAFONTAINE, PIALOUX, BEMELMANS y LUCAS, referente a la protección del personal de vuelo contra los traumas sonoros; de ROBERT, LAFONTAINE y LUCAS, que hace referencia a las pérdidas auditivas y selección; de GOORNEY (R.U.), sobre deficiencias visuales como causas de accidentes aeronáuticos; de BUIHARD, sobre los aspectos psicósomáticos de la fatiga del personal volante; de FOURNIER y colaboradores, en relación con la

identificación médico-legal en accidentes; de DAYLE (EE.UU.) sobre el factor humano en los accidentes aeronáuticos y, finalmente, a las de BIELICKI y colaboradores y BARANSKI y colaboradores (Polonia) que hacen referencia a las investigaciones de irradiación por ondas micrométricas.

En Italia comienza a resurgir la Aeronáutica en 1946 y coincidentemente es requerido para el Inspectorado de la Sanidad Aeronáutica -núcleo de estudio e investigación de Medicina Aeronáutica- a TOMAS LOMONACO, punto de partida para la intensificación de los estudios de Medicina Aeronáutica. G. PERA, Jefe de Sanidad Aeronáutica, hace renacer la Rivista di Medicina Aeronautica, bajo la dirección de un Comité formado por BIETTI, MARGARIA, VERNONI y LOMONACO, actuando este último de Director de Redacción. (403).

Esta revista recoge los trabajos y artículos científicos y los estudios de investigación de los Institutos Médico-Legales, especialmente del de Nápoles.

En este mismo año se publica la obra de Medicina Aeronáutica de T. LOMONACO Elementi di Fisiologia e Patologia dell'Uomo in Volo, libro de 257 páginas que consta de tres partes: La primera, estudia los efectos de la alta cota sobre el organismo; la segunda, los efectos de las aceleraciones, y la Tercera, contiene abundante e interesantes datos sobre técnica fisiológica aeronáutica.

Dos años más tarde saldría una nueva edición, en la que se han añadido nuevos Capítulos. (404).

Surge al mismo tiempo en Italia una Escuela de Medicina Aeronáutica que desarrolla su cometido, en parte en la Escuela de Guerra Aérea de Florencia, y en parte en el Centro de Estudios e Investigación de Medicina Aeronáutica de Roma.

En ella se impartían enseñanzas de Fisiopatología del hombre en vuelo, de Técnica fisiológica Aeronáutica, Higiene Aeronáutica, Psicología y Psicotecnia Aeronáutica, Medicina Legal, Oftalmología, C.R.L., Traumatología, Servicio Sanitario y Defensa de Radiaciones Ionizantes, desarrolladas por LOMONACO, SCANO, LALLI, COLAJANNI, CASSELLA, STROLLO, PAGANELLI y otros. (405)

En 1950, con ocasión de las Jornadas Médicas Internacionales de Verona, los médicos aeronáuticos realizaron su III Congreso de Medicina Aeronáutica durante el que tuvieron lugar la exposición de dos amplias Comunicaciones: una de MARGARIA sobre "Algunos importantes y urgentes problemas de Medicina Aeronáutica", y la obra de LOMONACO "Indicaciones y contraindicaciones del transporte de enfermos y heridos por vía aérea".

En el mismo año de 1950 LOMONACO con la colaboración de SCANO, LALLI y VANNUTELLI, publicó el libro L'Uomo in volo que representa una seria tentativa de divulgación de la Ciencia Médica Aeronáutica, escrito por personal aeronavegante en un intento de llevar a la conciencia de los responsables del gobierno del avión una clara exposición de las variaciones funcionales que reporta el vuelo, especialmente el vuelo moderno, y un adecuado conocimiento científico capaz de aumentar la resistencia al vuelo y prever los daños que provienen de la actividad del vuelo.

En este libro de 500 páginas, se analiza minuciosamente, de forma divulgativa, todos los problemas de la Medicina Aeronáutica, y se da la normativa para el máximo rendimiento psico-físico del piloto y para la prevención de accidentes. (406).

En 1951 se reorganiza el Centro de Estudios de Investigación de Medicina Aeronáutica, con las siguientes misiones:

"a) Investigación experimental sobre Fisiopatología, Higiene y Psicología del hombre en vuelo.

"b) Investigación de los medios idóneos para incrementar la resistencia humana al vuelo (mezclas inhalatorias, trajes anti-G, trajes calóricos, cabinas presurizadas, fármacos, etc.)

"c) Investigación sobre la prevención de la patología provocada por el vuelo.

"d) Investigación de los medios diagnósticos más idóneos para la Selección, control y recuperación del personal aeronavegante.

"e) Relación de acercamiento para colaboración con los Institutos Universitarios y con Entidades científicas italianas que se interesan por los problemas de Medicina Aeronáutica.

"f) Instrucción de los Oficiales del Cuerpo de Sanidad del Aire con especial preparación".

La nueva Sede, en Roma, del Centro de Estudios e Investigación de Medicina Aeronáutica está dotada de medios modernos para el estudio psico-patológico, higiene y psicotecnia del hombre en vuelo. Cuenta con una Cámara de Baja Presión con tres compartimentos, capaz de obtener una altura ficticia de 25.000 metros sobre el nivel del mar y temperaturas de entre + 20 y -56° C., con posibilidad de descompresión explosiva y dotada de un pequeño departamento anejo para el estudio de los fenómenos de aeroembolismo. También dispone el Centro de un Departamento de Estudios de evaluación Fisiológica de los aparatos respiratorios y cardiovascular, de una centrífuga humana de 6 metros de radio, capaz de alcanzar 20 G en un segundo y de producir una aceleración tangencial de 10 G. y una radial máxima de 30 G., y de otra centrífuga más pequeña para experimentación animal. (407).

Los días 9 y 10 de junio de 1941, con ocasión de las Jornadas Médico-Quirúrgicas Internacionales de Torino tuvo lugar, bajo la Presidencia de Honor de GEMELLI y efec-

tiva de MARULLI, el IV Congreso de Medicina Aeronáutica. Los principales problemas tratados en él, fueron:

"Efectos sobre la actividad psíquica de los leves grados de anoxia" (GEMELLI); "Evolución del Servicio Sanitario Aeronáutico en Italia" (PERA); "La respiración a baja presión barométrica" (MARGARIA); "Anoxia e hiperoxia en clínica diagnóstica Oftalmológica" (BIETTI); "Localización óptica independiente en condiciones estáticas y en las aceleraciones rectilínea y centrífuga" (GIORGIO); "La figura del Médico aeronáutico en paz y en guerra" (LIOY); "Influencia del vuelo moderno sobre la función psicofisiológica del piloto" (LOMONACO); "El Médico Aeronáutico y algunos problemas del vuelo a reacción" (ATRIA-U.S.A.F.). Hubo asimismo otras 36 Comunicaciones de CASSELLA, LALLI, VIRGILI y otros autores, que fundamentalmente trataban de cuestiones de Biología Aeronáutica estudiadas en Laboratorios y Clínicas Universitarias de Roma, Turín, Pavía, Nápoles, Parme, Bari y en los Centros de Estudio de Investigación de Medicina Aeronáutica, del Ministerio de Defensa. Lo más importante de todo lo presentado fue publicado en la Rivista de Medicina Aeronáutica, Tercer Trimestre de 1951.

Gracias a la importante colaboración de LOMONACO, PERA, SCANO, BIETTI y otros, se fundó en mayo de 1952, en Venecia, la Asociación Italiana de Medicina Aeronáutica. (408)

Del 20 al 23 de septiembre de 1953 tiene lugar en Nápoles el V Congreso de Medicina Aeronáutica, coincidiendo con el cual fue inaugurada una exposición de Medicina Aeronáutica. Este Congreso gravitó sobre la Comunicación de LOMONACO y SCANO, "La exploración de la función de los aparatos respiratorio y cardiovascular para la selección y control físico del personal navegante", tema considerado importante en atención a las carac-

terísticas de las nuevas máquinas aéreas.

Como consecuencia de las ideas aportadas por los autores y las añadidas como consecuencia de amplio debate se llega a la conclusión de que se hace necesario el hacer una selección y control adaptados a las características de los aviones modernos, imponiéndose el uso de pruebas funcionales especiales, y prosperando la opinión de la conveniencia de acudir a tres grupos de pruebas funcionales:

Un primer grupo en el que la prueba principal se basa en el trabajo muscular.

Un segundo grupo que toma como base la anoxia.

Un tercer grupo que se funda en la respuesta a los efectos de las aceleraciones.

A este V Congreso se presentaron además otras 50 Comunicaciones científicas, destacando por su interés, las de BIETTI, LALLI, VIRGILI, MARGARIA, VACCA, MASINI y GIORGIO. (409).

En marzo de 1954 una delegación Médico-Aeronáutica italiana, compuesta por LOMONACO, PERA y CHIMIENTI, participa en la XXV Reunión Anual del "Aero Medical Association", en Washington. En ella LOMONACO lee una Comunicación, sobre "La evolución del Pensamiento Médico Aeronáutico Italiano durante los últimos 25 años". (410).

Del 7 al 12 de septiembre de 1954, con ocasión del VI Pentalon Aeronáutico Militar se desarrollan en Florencia unas Jornadas Médico Deportivas Internacionales, con la participación de Médicos de las Fuerzas Aéreas de Francia, Holanda, Bélgica, Suecia, Suiza, Turquía e Italia.

Se presentaron a las mismas y se discutieron diversas Comunicaciones, entre las que merece señalar:

"La alimentación del personal navegante" (LOMONACO).

"La alimentación del piloto en caso de vuelo prolongado" (BELK - Holanda)

"Variaciones de la resistencia capilar, del tono muscular y de la velocidad máxima de repetición del movimiento voluntario consecuente a un esfuerzo físico (OLSEN, BOOTH y DUSSY - Francia).

"Algunas observaciones sobre los efectos de la disminución de la presión barométrica" (HILMI DINC - Turquía).

Asimismo otras de MERKLEN (Francia), HARMEIER (Suiza), FRYKHOLM (Suecia) y LOMONACO. (411)

Un tanto paralelamente al progreso de los estudios de Aeromedicina se viene dando en Italia, desde 1951, gran impulso a la asistencia psicofísica del personal navegante procurando una potenciación al máximo de la función corporal con la pretensión de poder obtener un mayor rendimiento psicofísico en vuelo, de prevenir los accidentes y la incidencia de enfermedades profesionales. La asistencia se hacía por Médicos Especializados en Medicina Aeronáutica, formados en el Centro de Estudios de Investigación de Medicina Aeronáutica, en el que también, por otra parte, se dan cursos de adiestramiento aéreo-fisiológico para el personal del vuelo. (412).

En septiembre de 1956 tiene lugar en Roma el VII Congreso Astronáutico Internacional, en el que sobresalen por su interés las siguientes Comunicaciones:

"La Ecosfera del sistema planetaria" (STRUGHOLD).

"Experiencia personal reportada por 10 sujetos mantenidos por un breve periodo en falta de gravedad" (GERATHEWOHL).

"Los efectos biológicos de la radiación cósmica primaria" (SIMONS).

Y de fundamental interés la de LOMONACO, STROLLO y FABRIS, "Fisiología durante el vuelo en el espacio. Comportamiento de la coordinación motora en sujetos expuestos a aceleraciones cambiantes de 3 a cero G".

En este trabajo describen los autores el ingenio que les permite obtener periodos de subgravedad y gravedad cero. Estudian 30 sujetos con función laberíntica normal a los que someten a dicha aceleración cambiante, pasando de 3 G (sostenidas décimas de segundo) a cero G, invirtiendo en la prueba un tiempo total de cuatro segundos. En estas condiciones observan la coordinación ojo-mano y constatan una leve pero constante incoordinación motriz. Asimismo, refieren cómo los sujetos en observación, en los momentos de subgravedad experimentan sensación de suspensión o de parada en el vacío, aumento del tono muscular, y sensaciones desagradables variadas, poniéndose en evidencia la existencia de clara adaptación cuando se repetía la experiencia. (413)

El ingenio de que se sirven LOMONACO, STROLLO y FABRIS es la llamada Torre de Subgravedad, que previamente proyectada por LOMONACO y FABRIS fue realizada en este mismo año de 1956 en el Centro de Estudios e Investigación de Medicina Aeronáutica. Es una torre de 22 metros de alta, con un dispositivo de lanzamiento representado por cuatro cordones elásticos mantenidos en estado de tensión. Al liberar los cordones de su tensión, se lanza el habitáculo que contiene el hombre o animal de laboratorio a lo alto, y en la fase inicial de caída el "contenido" adquiere durante un muy breve lapso de tiempo el estado de ausencia de gravedad, cesando éste por la acción de fricción con la atmósfera durante la caída.

Coincidentemente el referido Centro de Estudios e Investigación de Medicina Aeronáutica y Espacial de Roma va siendo dotado de nuevos medios de trabajo, y así puede contar también con un eje de subgravedad -instalación pa-

ra el estudio de los movimientos del cuerpo en condiciones de subgravedad-, con una torre de deceleración, y con aparatos modernos para exploración fisiológica respiratoria, cardiocirculatoria, hematológica, neurológica, psicológica, etc.

Con esta dotación el Centro orienta sus investigaciones, principalmente hacia:

- A) "Un mejor estudio de los efectos de las grandes alturas sobre el organismo. Se investiga la hemodinámica en condiciones de anoxia crónica, la posible influencia protectora de la anoxia contra las radiaciones ionizantes, el comportamiento de ciertas actividades encimáticas en el suero de animales sometidos a "descompresión explosiva".
- B) "El desarrollo y puesta a punto de métodos nuevos de selección fisiológica y psicológica del personal navegante, con vistas incluso a la selección de pilotos espaciales.
- C) "El estudio de los efectos de las aceleraciones y deceleraciones sobre el organismo humano y animal. Se estudian los fenómenos relacionados con el laberinto, sistema cardiorrespiratorio, fármacos tendentes a mejorar la resistencia del organismo, variaciones encimáticas en el curso de las deceleraciones bruscas, etc.
- D) "La determinación de los efectos psíco-fisiológicos de la ausencia de gravedad, coordinación visual motriz, función laberíntica, desplazamiento de las vísceras torácicas y abdominales, influencia del entrenamiento, etc."

Investigando LOMONACO, SCANO, STROLLO y ROSSANIGO en 1957, con cinco sordo-mudos, observan cómo la coordinación motriz es en ellos mejor que la de los sujetos con laberinto normal, y que, en caso de pasar de varias G a cero G se hace difícil distinguir los efectos derivados de las aceleraciones de los provocados por ausencia de gravedad.

LOMONACO, SCANO y ROSSANIGO aprecian cómo la coordinación psicomotriz es modificada muy ligeramente por la

ausencia de gravedad, mientras lo es más por las aceleraciones que preceden a la ausencia de gravedad.

Merece, asimismo, hacer referencia a los estudios realizados en el mismo Centro por SCANO, sobre el microclima de la cabina espacial, sobre los efectos psicológicos del aislamiento, por STROLLO, y sobre la percepción de movimiento, equilibrio y orientación en gravedad cero por MARGARIA. (414).

En 1959 se publica en Italia la Monografía de SCANO L'Iperossia, que reúne los artículos del mismo autor, publicados en cuatro fascículos de la Rivista de Medicina Aeronautica, de 1958.

En ella, después de un recuerdo histórico y general SCANO dedica un primer Capítulo a los efectos fisiopatológicos de la hiperoxia sobre el animal. En un segundo Capítulo, se refiere a los efectos fisiopatológicos sobre el hombre. En el tercero, estudia el mecanismo de acción de la hiperoxia y la acción paradójica del O_2 , e insiste de un modo especial en los trastornos neuromusculares. Finalmente, en un cuarto Capítulo, analiza la toxicidad del Ozono.

En el mismo año de 1959 sale a la luz pública en Roma, la obra de Medicina Aeronáutica y elementos de Medicina Espacial, de LOMONACO, SCANO y LALLI, que subdividida en tres volúmenes consta de ocho partes:

En la primera parte estudian la incidencia de la fuerte depresión barométrica sobre el organismo humano; la influencia de la anoxia anóxica sobre los distintos sistemas y aparatos del organismo; los efectos de la dilatación de los gases de las cavidades del organismo; el efecto de la liberación de N disuelto en líquidos y tejidos; la descompresión explosiva; los problemas de regulación térmica; el trabajo muscular en anoxia; el microclima de las cabinas de vuelo; los métodos para mejorar la

resistencia corporal a la disminución de presión, etc.

En la segunda parte se ocupan de la disfunción orgánica motivada por las aceleraciones del vuelo; de la causada por el salto en paracaídas; del Mal del Aire; de las causas, lesiones y prevención de los accidentes aéreos.

En la tercera parte la dedican al estudio de la fatiga de vuelo, educación física y alimentación del piloto, fisiología de los órganos de los sentidos en el vuelo (visión audición, equilibrio estado-dinámico), de los efectos de las vibraciones, terminando con un interesante Capítulo sobre el transporte aéreo de enfermos y heridos.

La cuarta parte está por entero dedicada a la Medicina Espacial.

En la quinta, describen la "Técnica Fisiológica Aeronáutica", principales instrumentos y métodos de estudio de los efectos fisiológicos y fisiopatológicos del medio aéreo.

En la parte sexta, estudian la Higiene Aeronáutica, difusión de enfermedad, profilaxis internacional, métodos de desinfección y desinsectación, ambiente de trabajo aeronáutico, enfermedades provocadas por los gases y sustancias tóxicas en vuelo o tierra y su prevención.

En la parte séptima, tratan de la selección psicofísica del personal navegante y aeronáutico en general, y describen los métodos de examen clínico y de laboratorio.

Finalmente, la octava parte la dedican al entrenamiento aerofisiológico con vistas a obtener un mayor rendimiento psicofísico del aviador.

La obra está bien presentada y es rica en materia didácticamente aceptable, disponiendo al final de una abun-

dante Bibliografía por Capítulos.

En octubre de 1959 se celebra en Roma el II Congreso Mundial y IV Europeo de Medicina Aeronáutica y Aeroespacial. En él, además de muchas Comunicaciones libres, son tratados especialmente los métodos y procedimientos de selección psicofisiológica moderna del personal navegante; la patología profesional del personal aeronáutico y la conservación y acrecentamiento de su eficiencia psicofisiológica.

Merece citar a este respecto las Comunicaciones de BOICEFF y colaboradores sobre E.C.G. del personal navegante y test de personalidad en confinamiento, de BUSNENGO de funcionalidad cardiovascular y sobre efectos de los ruidos y vibraciones, de CAPORALE sobre afecciones del oído relacionadas con la actividad en vuelo, y efectos de la anoxia sobre el nistagmus ocular provocado por estimulación rotatoria, de CICALA y SCIARELLI sobre fracturas vertebrales en vuelo, de FABRIS y LOMONACO de condiciones de subgravedad, de KOCH referente a enfermedades O.R.L. y selección para la Academia Aeronáutica, de LOMONACO sobre patología orgánica relacionada con la práctica del vuelo y orientaciones para seleccionar pilotos espaciales, de MARGARIA, referente a la susceptibilidad del cuerpo a las altas aceleraciones y a las condiciones de gravedad cero, de MEINERI, dedicada al estudio de los efectos del Ozono sobre el organismo, de MELDOLESI de estudio de la protección interna de las radiaciones ionizantes, de STROLLO sobre efectos psicológicos del confinamiento y selección psicológica del personal navegante, de VIRGILI dedicada a las afecciones neuropsiquiátricas relacionadas con el vuelo, de VOZZA y MEINERI que trata del efecto de las aceleraciones negativas sobre el órgano visual, etc., etc.

Pudo en el transcurso de las reuniones del Congreso constatarse los grandes progresos realizados en las inves-

tigaciones científicas de Medicina del Espacio, por lo que apoyándose en clima de consecuente optimismo se propuso en la sesión de Clausura la fundación de una Asociación Europea de Medicina Aeronáutica y Espacial. (415).

Alemania, que durante la II Guerra Mundial se había preocupado de manera especial de los problemas médico aeronáuticos y adquirido una indudable hegemonía, experimenta también en esta materia con la pérdida de la misma el mayor de los cataclismos y la decepción del olvido casi total de su aportación que, por otra parte, en unos cuantos años va a ser dada a conocer sólo de una manera prácticamente indirecta y en todo caso mixtificada.

A la terminación del conflicto mundial, GROW, Director del Servicio de Sanidad de A.F. U.S.A., decide la creación en el Kaiser Wilhelm Institut de Heidelberg de un Centro Médico Aeronáutico que, bajo mando americano tendría la misión de: Reunir a todos los eruditos e investigadores alemanes que se habían ocupado de la Medicina Aeronáutica, de calificar y aprovechar los informes y documentos médicos caídos en manos de los vencedores, y de dar a los autores de estos trabajos, frecuentemente inacabados, los medios materiales para terminarlos.

Consecuentemente, en años siguientes, BENSON, con la colaboración de BALDES y WOOD (de la Fundación Mayo) pudo seleccionar los autores y trabajos más representativos de la actividad médico aeronáutica durante la Guerra. Esta documentación fue objeto de una publicación difundida bajo el título German aviation Medicine World War II, obra en dos tomos de un total de 1.302 páginas en la que participan 65 autores especializados en Medicina Aeronáutica, entre los que se encuentran como más significativos: STRUGHOLD, RUFF, KAMER, ROSE, BENZINGER, GAUER, PALME y SCHAEF.

Este libro, auténtico Tratado de Medicina Aeronáutica, correctamente presentado fue editado por el Departamento de las F.A. y está dividido en 14 Partes, de las que cada una contiene varios Capítulos.

Los títulos de las Partes, son: Desarrollo y organización de la Medicina Alemana; Las grandes alturas (bases fisiológicas); Las grandes alturas (equipos de inhalación de O_2 convencional y de baja presión); Aceleraciones; Vibraciones; Problemas del calor y del frío; Aerodinámica y Medicina Aeronáutica; El ojo; El oído; Los mecano-receptores; Selección, entrenamiento y cuidados médicos del aviador; Los socorros (evacuación aérea, en el mar sec); La guerra y la población civil (investigaciones experimentales sobre la asfixia por polvo); Los efectos "du souffle".

Los problemas tratados en esta obra sin duda habrían permanecido en gran parte inéditos a no ser por la iniciativa americana. En opinión de STRUGHOLD, cada uno de estos Capítulos encierra un gran valor histórico, incluyendo problemas urgentes del momento al lado de otros que se van a plantear en un porvenir próximo. Sus enseñanzas, sin duda, van a contribuir a una mayor protección y a ser una aportación útil a la Medicina Aeronáutica y a la humanidad. (416).

Años más tarde, en octubre de 1956, tiene lugar en los Baños de Godesberg un Symposium sobre los problemas de aptitud en Aviación, en el que destacan las Comunicaciones presentadas por:

RUFF sobre cuestiones y problemas de la aviación moderna y su incidencia en los exámenes de Selección.

BRUNER, que se ocupa de las pruebas de sobrecarga con el "test de la bille" en cajón.

DIEGMAN, que hace referencia al diagnóstico cardíaco

co y circulatorio en el examen de aptitud para aviación militar.

KALK que hace consideraciones sobre las afecciones del tubo digestivo, hígado y páncreas, en relación con la aptitud para el vuelo.

WURFLER, trata la Investigación Neurológica, REISER las cuestiones oftalmológicas, BEICKERT, las otológicas y STEININGER, que analiza los deberes y problemas de la Psicología Aeronáutica Alemana.

Estas Comunicaciones se publican en la Revista Deutsche Versuchsanstalt Furluftfahrt, de marzo de 1958.

En el mismo año de 1956, en la Revista alemana Die Medizinische núm. 52, aparece un amplio y documentado trabajo de DIRINGSHOFEN sobre "el pasado, presente y futuro de la Medicina Aeronáutica", que divide, para su exposición, en tres Capítulos:

En el primer Capítulo hace historia de su propia contribución a la Medicina Aeronáutica, de sus 25 años de estudio de las aceleraciones. Refiere cómo en colaboración con BELONOSCHKIN, mide en 1931 la presión arterial en el avión, valiéndose del tono-oscilógrafo de Plesch. Señala la ventaja del decúbito dorsal (después de la posición de encogido) para la prevención de la visión negra. Describe cómo construyó con la ayuda de su hermano BERND la primera centrífuga humana del Instituto de Investigaciones Aeromédicas de Berlín, en el año de 1934, y de cómo puso a punto un dispositivo para el registro simultáneo a bordo de la presión arterial, E.C.G., respiración y control cinematográfico del sujeto. Rinde a continuación homenaje a FLAMME, JONGBLOED, SCHUBERT y RUFF que fueron, como él, a la vez que médicos aeronáuticos, aviadores.

En el segundo Capítulo se ocupa del porvenir del

conflicto solidez-manejabilidad de los aviones modernos, posición en la cabina, uso del traje anti-G. Menciona los problemas del asiento eyectable, del recalentamiento del cuerpo en caída libre, de la acción de las aceleraciones lineales, y se refiere, sobre todo, a los problemas que plantea la ausencia de gravedad.

En el tercero y último Capítulo explica cómo el sentido de las aceleraciones puede ser útil para la investigación de la fisiología circulatoria y de otros problemas médicos.

En Bélgica la Medicina Aeronáutica a la terminación de la II Guerra Mundial, mantiene marcada relación con la Escuela francesa y su aportación puede calificarse de muy positiva.

Merece destacar la celebración, en Namur, de las Jornadas Médico Deportivas, de 1951.

En ellas EVRARD (Belgica) presenta una Comunicación sobre el papel de las pruebas deportivas y ejercicios físicos en la doctrina de Selección médico-fisiológica de los candidatos a aviadores de las F.A. belgas. Asimismo desarrolla otra Comunicación sobre la aplicación del "Step-test" al Centro Médico-deportivo y a la selección de los aviadores.

El también belga LEHALLE aporta otra Comunicación referente a la educación física específica del personal navegante.

Los autores franceses GRANDPIERRE, LABARTHE y LAMAI-RE, desarrollan, asimismo, una Comunicación en la que estudian los test de "forma física" del personal navegante, en relación con el vuelo en modernos aviones de combate.

Todos los trabajos de estas Jornadas se publicaron

en La Medecine Aeronautique, Cuarto Trimestre de 1951.

En septiembre de 1953, tiene lugar en Bruselas el 2º Congreso "Iterino" de la Asociación Aeromédica Internacional. Se desarrolla bajo la Presidencia de SILLEVAERTS asistido por EVRARD y ALLARD con la presencia de ARMSTRONG.

En él se desarrollan dos importantes Ponencias y una veintena de Comunicaciones: La primera Ponencia trata de "la fatiga de los pilotos de avión a reacción" y encierra trabajos de BERGERET (Francia), WIESINGER (Suiza), MONCEAU de BERGENDAL (Bélgica), y otros. La segunda Ponencia se refiere a los problemas de "edad y envejecimiento de los pilotos" y en ella se incluyen trabajos de ALLARD (Francia), WIESINGER, MONCEAU de BERGENDAL y EVRARD.

Entre las Comunicaciones más importantes que versan sobre temas actuales de Fisiología Aeronáutica, destacan las de GRANDPIERRE, VIOLETTE, FOULHOUX, FRANCK, OLSEN, BOUVEROT, GROGNOT, BIGET y TABUSSE.

El total de los trabajos de este Congreso fueron publicados en La Medecine Aeronautique, 4º Trimestre de 1953 y 1º de 1954.

En 1956 EVRARD, Director del Servicio de Sanidad de la F.A. belga, publica un libro que subtitula como Guía práctica para uso del personal Navegante, pero que va a ser de gran utilidad para los médicos de aviación y hasta para los médicos prácticos, porque da una visión de conjunto de los problemas médico-aeronáuticos del momento. Es una puesta a punto clara, bien ilustrada, de fácil manejo y lectura, a la vez que bastante completa y bien documentada.

Su contenido lo distribuye el autor en 19 Capítulos. Comienza, con el estudio de la atmósfera y termina con la Higiene del aviador en los climas tropicales, pasando por

los capítulos clásicos de fisiopatología aeronáutica (fisiología de la respiración, circulación, efectos de la disminución del O_2), protección del aviador de los efectos de la hipoxia, inhaladores de O_2 , efectos de los cambios de la presión atmosférica, cabinas y trajes de sobrepresión, descompresión explosiva, aceleraciones, efecto del salto en paracaídas, la visión en el aviador, los ruidos y vibraciones, el mal del aire, efectos de las temperaturas extremas, etc.

En un Capítulo anejo se refiere a los primeros auxilios en caso de accidente.

EVARD recoge en su obra, aparte de un contexto general de la Bibliografía francesa, enseñanzas anglosajonas y americanas. Al lado de los efectos de los diferentes factores de agresión pone siempre una resumida explicación referente a los mecanismos de acción.(417).

En julio de 1957 se realiza en Bruselas la I Reunión de la Asociación de Europa Occidental para la Psicología Aeronáutica. Casi todos los trabajos presentados a ella, como son los de los ingleses PARRY y BURRONS, de los belgas MITTER, ALSINA y STRIBBE, del alemán STEINIGER, del francés BENOTT, del noruego RIIS, del suizo UNGRICHT y del danés TERMOBLEN, entre otros, están centrados en el problema de la Selección del personal navegante, si bien destaca la distinta importancia dada por los diferentes autores a las técnicas de examen, y así como, por ejemplo, en Suecia, apenas se les da validez a los test de personalidad, en otros países, como Suiza, se les concede primordial importancia. (418).

En 1958 el propio EVARD en colaboración con ALLARD publica un libro referente al Hombre y el aire. Fisiopatología del pasajero aéreo, que contiene importantes datos prácticos de Medicina Aeronáutica y de adaptación de con-

ceptos médico aeronáuticos al transporte aéreo.

En él analizan los autores los distintos factores de agresión fisiológica susceptibles de dañar los organismos débiles o enfermos. Consideran que muchos de estos factores van siendo eliminados o, al menos, reducidos en la Aviación Comercial moderna y hacen una puesta a punto de los que quedan.

A la anterior exposición sigue un estudio de las contraindicaciones particulares del transporte de pasajeros, enfermos o heridos, en aviones con cabinas presurizadas y climatizadas.

Partiendo del rigor de los últimos años precedentes, los autores expresan una concepción menos severa de estas contraindicaciones, insistiendo en el valor relativo de algunas de ellas en razón de las condiciones actuales de confort a bordo de los aviones de línea. (419).

En septiembre de 1958 tiene lugar en Louvain un Congreso de Medicina Aeronáutica. En él fueron presentadas cerca de 100 Comunicaciones referentes fundamentalmente a:

- a) Fisiología y Psicología de los vuelos estratosféricos o a muy grandes alturas (problemas generales, aceleraciones, equipos).
- b) Nuevos factores humanos en la aviación de transporte a reacción.
- c) Problemas de Fisiología y Psicología Aeronáutica.
- d) Selección del personal navegante, supervivencia y otros diversos problemas.

La Delegación rusa facilita durante el desarrollo del Congreso interesantes referencias de las respuestas fisiológicas obtenidas durante la evolución por el espacio del "Spoutnik II". (420).

En Suiza, después de la II Guerra Mundial, la Medicina Aeronáutica se vió claramente influenciada por la Norteamericana; Médicos Aeronáuticos suizos estudiaron Medicina Aeronáutica en Randolphfield y en 1949 se crea el Instituto de Medicina Aeronáutica de Dubendorf.

Las directrices de la Medicina Aeronáutica Helvética se canalizaron por un rechazo total de los métodos psicotécnicos, a la utilización del examen psiquiátrico, al examen sistemático del aparato auditivo (ya que la hipocusia del piloto era considerada en Suiza enfermedad profesional), al estudio detallado de las reacciones del sistema cardiovascular del piloto durante el vuelo (por E.C.G. transmitido al Aerodromo) y al estudio del problema de la fatiga y desgaste prematuro del organismo de las tripulaciones aéreas.

Suiza es la sede de dos reuniones internacionales de interés médico aeronáutico.

La primera es el III Congreso de la Asociación Médica de lengua francesa, que se celebra en Zurich del 20 al 23 de septiembre de 1954.

Participan en ella representantes de EE.UU. (ARMSTRONG y otros), de Francia, Países Bajos, Suecia, Italia, España, Dinamarca, Canadá, Bélgica, Suiza y otros.

A él concurren importantes trabajos de los distintos problemas aeronáuticos, destacando las Comunicaciones de:

GRANDPIERRE, FRANCK y TABUSSE sobre sustancias farmacodinámicas contraindicadas en los navegantes.

MALMEJAC que trata de la vigilancia psicológica del personal navegante.

PLAS y BOURDINAUD, que se ocupa del examen funcional

del aparato circulatorio en los pilotos de la Aviación Comercial.

PLACIDI, BOISBOURDIN y BRISON que analizan el valor comparado de los métodos psicotécnicos y clínicos en la selección de pilotos.

GRANDPIERRE, GROGNOT y CHOME, que estudian las reacciones de la corteza cerebral a la vibraciones ultrasonoras.

GROGNOT, que analiza los aspectos infrasonoros de los propulsores de los aviones.

ROBERT, que considera las sinergias oculo-nasales del aviador.

STRUMZA y GUINERY, los cuales realizan un análisis de los test de fatiga psíquica.

LANGRAF que describe las actualidades otológicas en aeronáutica.

PICARD, LABOREUR y NAVARANNE exponen sus estudios sobre el examen E.C.G. del personal navegante.

KOSTELIJK que se refiere a la organización de la lucha contra la sordera por trauma acústico, en el personal del vuelo.

Todas la Comunicaciones del Congreso fueron posteriormente publicadas en La Medecine Aeronautique (4º Trimestre de 1954 y 1º de 1955).

En Junio de 1957, esta vez en Ginebra, tiene lugar la XXV Reunión de la Asociación de Fisiólogos de lengua francesa.

En ella destacan por su interés médico-aeronáutico las Comunicaciones de DEJOURS y colaboradores; de HAAB y

de PERRET, sobre función respiratoria; la de STRUMZA y QUIVY, de anoxia; la de FRANCK, LAMARCHE, ARNOULD y DEMANGE, sobre hiperoxia; la de BOUVEROT, JACQUEMIN, COLIN, FLANDROIS y GRANDPIERRE, que se refiere a sobrepresión intrapulmonar e intratorácica; la de GRANDPIERRE, VIOLETTE, SENELAR y GROGNOT que estudia las descompresiones explosivas.

Estas Comunicaciones serían asimismo publicadas en La Medecine Aeronautique, (Tercer Trimestre de 1957).

Suecia acoge en su seno, en septiembre de 1957, el II Congreso Europeo de Medicina Aeronáutica, precisamente en Estocolmo.

Los principales temas en él desarrollados, trataron:

De los factores de "stres" bajo la influencia de las aceleraciones, las medidas de tolerancia a la aceleración efectos de la depresión barométrica y de la descompresión explosiva y tendencia psicológica experimental y psicofisiológica de la Medicina Aeronáutica.

En Yugoslavia, con Sede en Belgrado, tiene lugar del 29 de septiembre al 5 de octubre de 1957 el V Congreso Internacional de Medicina y Farmacia Militar. En él se desarrollan seis Ponencias.

La primera Ponencia confiada a EE.UU. y Nueva Zelanda, se refiere a la organización del servicio de Sanidad en las operaciones de tropas motorizadas o blindadas.

La segunda, encomendada a Francia y Suiza, trata de la lucha contra el ruido en las Fuerzas Armadas. Los franceses GROGNOT y GIBERT analizan los test acústicos en uso y los efectos fisiopatológicos de los ruidos, hacien-

do un repaso a las medidas de protección colectiva e individual. El suizo HOLMGREM, por su parte, señala el interés de las medidas aplicadas a la fuente del ruido y en el transcurso del mismo desde su fuente de origen al oído.

La tercera Ponencia estaba dedicada al estudio de la defensa contra las radiaciones y es desarrollada por EE.UU.

La cuarta se ocupa de las relaciones entre los mandos militares y los médicos. Es tratada por el Reino Unido, Turquía y Yugoslavia.

La quinta, encomendada a Israel, Luxemburgo, Polonia y Yugoslavia estaba dedicada a la Odontoestomatología y exigencias de la selección en cuanto al estado de la misma, y a la organización de la Higiene y profilaxis Odontoestomatología.

Finalmente, la sexta Ponencia estaba dedicada a la Sección farmacéutica. En ella la parte referente a la organización y cometidos del Cuerpo de Farmacia Militar e instrucción de personal es desarrollada por representantes de Yugoslavia; la otra parte, que comprende el estudio de la nomenclatura de los medicamentos empleados por las Fuerzas Armadas y a la formación farmacéutica militar internacional, es tratada por España.

Todas estas Ponencias fueron plasmadas en la Revue Internationale des services de Santé des Armees de Terre Mer et de L'Air, núm. 1, de enero de 1958.

En Holanda: En los años que siguen a la Guerra se despierta una cierta inquietud médico-aeronáutica, que culmina con la publicación, a partir de 1952, de la Revista Aeromedical Acta que recoge una serie de trabajos, si

bien en realidad, meras recopilaciones, pero que sin duda tienen el mérito de despertar un mayor interés por las cuestiones médico-aeronáuticas, a la vez que dar una formación básica.

En mayo de 1958, se constituye La Asociación de Medicina Aeronáutica Holandesa, y se funda el periódico oficial de la misma Vliegmedisch Nieuws, publicación trimestral destinada a recoger los trabajos relacionados con la Medicina Aeronáutica y las publicaciones oficiales de la Asociación.

Precisamente en este mismo año de 1958, se publica de Amsterdam el libro de PARRY y FOKKEMA Aviation Psychology in Western Europe que contiene los diversos trabajos presentados a la I Reunión de la Asociación de Europa Occidental para la Psicología Aeronáutica, que tuvo lugar en Bruselas.

En la Introducción de la obra definen los autores la Psicología Aeronáutica como: "Estudio del comportamiento humano en las situaciones particulares nacidas de la práctica Aeronáutica".

Pasan luego a la descripción de las distintas Comunicaciones centradas fundamentalmente en el análisis de los problemas de selección personal. Hacen un juicio crítico de las distintas técnicas de examen y del valor que se les concede a las mismas en los distintos países.

Los autores se aprestan, en definitiva, a conjugar las aportaciones psicológicas experimentales con las médicas, de rigor diferente, pero adaptadas a la Psicología Clínica y a la Psiquiatría.

En el Reino Unido: contrasta la gran inquietud Aeronáutica, principalmente desde el punto de vista industrial, de los años que siguen a la guerra, con el relativo relax de la investigación médico-aeronáutica.

En 1949 se publica en Londres la obra de Medicina Aeronáutica Medical Problems of Flyng. En ella BERGIN, su autor, médico a la "British Overseas Airways Corporation" y piloto experto de la II Guerra, pasa revista de forma concisa y clara a los problemas fisiológicos, médicos, psicológicos y epidemiológicos relacionados con la aviación.

Destacan, en la parte dedicada a la Psicología la menos extensa de la obra, la presencia de tres Capítulos de gran interés y actualidad: Las Neurosis, El Stres de Vuelo, La Moral del Aviador, Capítulos que son por el autor magníficamente tratados.

Al final de cada Capítulo se reseñan citas bibliográficas de las últimas publicaciones de lengua inglesa en relación con la temática desarrollada.

Se completa la publicación con un Apéndice que contiene las normas de la I.C.A.O. y unos mapas epidemiológicos.

En 1957 se publica, también en Londres, una Monografía de WHITESIDE, sobre los problemas de visión en el vuelo de altas cotas.

En ella hace el autor en el primer Capítulo un resumen de la evolución de la oftalmología aeronáutica desde el principio de la aviación a motor.

En el segundo Capítulo expone el contraste entre la luz y la sombra, la fluorescencia de las lentes del ojo y la dispersión intraocular de la luz, para concluir que ninguno de estos tres factores puramente físicos son esenciales en la producción del fenómeno subjetivo de "bruma" de las altas cotas y que la causa debe ser buscada en los mecanismos fisiológicos.

En el Capítulo tercero estudia los cambios fisioló-

gicos referentes a la visibilidad de los objetos en el interior de la cabina, el efecto de la anoxia sobre las visiones nocturna y diurna, explica cómo después de haber mirado desde lo alto el mar de nubes se constata -en altas cotas-: un aumento sensible del tiempo de recuperación por persistencia de la post-imágen, deslumbamiento que varía muy rápidamente en intensidad y dirección debido a la inversión de la distribución luminosa -normal en el campo visual-. Se refiere también a la iluminación elevada del medio exterior en relación con la del interior de la cabina del piloto, al color azul del cielo, y al aumento de los contrastes luz-sombra.

En el Capítulo cuarto se refiere a los factores fisiológicos que afectan a la visibilidad y en especial a la búsqueda e identificación de otro avión, a la amplitud de la acomodación efectuada involuntariamente en un campo visual vacío, tipo de relajación de la acomodación después de desaparecer el estímulo, etc.

Hace, en el Capítulo quinto, una síntesis de la aplicación de los conocimientos anteriores para la resolución de los problemas de deslumbamiento y de la vigilancia del cielo.

La exposición de cada Capítulo la comienza a modo de historia con un resumen conciso de anteriores publicaciones sobre el tema, a lo que siguen sus experiencias personales en el Laboratorio o en el avión.

En el mismo año de 1957 se publica en París con el título J'étais Medicin dans la RAF, un libro de 295 páginas del que es autor MAYCOCK.

Parte el autor, en su descripción, del deseo incontenible del hombre por el vuelo; hace un resumen histórico del mismo para situarse en el nacimiento del "Royal Flying Corps" a los dos años de la I Guerra Mundial. Des-

cribe cómo desde el primer momento los médicos de las Unidades Aéreas británicas participan plenamente en la catividad de sus camaradas aviadores con los que comparten incomodidades y peligros.

Puede objetarse a través de su descripción cómo entre las dos guerras la investigación se lentifica, pero las cuestiones ya conocidas pesan lo suyo (por su especial interés), lo que hace que no puedan ser olvidadas y a la creación, en 1939, del "Flyng Personnel Research Committee, sigue inmediatamente, la puesta en servicio del laboratorio de Farnborough.

Significa el autor que los médicos de las Unidades de Vuelo ante la iniciación de las hostilidades de la II Guerra juegan un papel considerable al lado de las tripulaciones de la RAF, esforzándose en resolver a medida que se presentan todos los problemas fisiológicos, de los equipos, y de adaptación a las evoluciones cada vez más audaces.

Los graves problemas de la Medicina de Aviación, son evocados por el autor en las circunstancias de aplicación inmediata, a propósito de las experiencias de otros Médicos de la RAF, de investigación de los especialistas en los organismos de estudio, y de las ideas personales del autor.

Los distintos médicos que intervienen en la obra son, al igual que el autor, pilotos, han aprendido la profesión de los hombres que les han sido confiados, tienen su experiencia aérea, muchos han acompañado a las tripulaciones al combate, otros han muerto en el avión, y en los Estados Mayores de las Unidades Aéreas están destinados Médicos pilotos.

Impresiones fuertes vividas, circunstancias, y emociones de guerra, pruebas aeronáuticas, dificultades y

satisfacciones profesionales, constituyen el clima pasional del libro.

En octubre de 1958 tiene lugar en Londres un Symposium de Medicina del Espacio, en el que las Comunicaciones consagradas a Gravedad cero y Desorientación, son tratadas por LANSBERG y WHITESIDE, las concernientes a los aspectos psicológicos de la Astronáutica por HOOVER y JACKSON. En Mesa Redonda es tratada La Alimentación por Algas, actuando como Relatores SHEETS y HANSON. Los aspectos Psicológicos de la vida en cabina estanca son analizados por PUCH, BILLINGHAM y SLATER, y Los trastornos Sensoriales y la falta de Sueño, por CUNNINGHAM.

Todas las Comunicaciones del Symposium fueron publicadas en el British Med. Jour, de octubre de 1958.

En EE. UU. de América, la actividad médico aeronáutica de la postguerra fue importante. Las experiencias de la guerra habían sido muy aleccionadoras, múltiples problemas se habían resuelto contra reloj, otros no se habían resuelto. Era preciso afrontar estos y puntualizar conceptos embarrullados.

Se consideraron en primer lugar, en esta Era de la aviación a reacción, los problemas derivados de la alta velocidad de los aviones. Las experiencias realizadas permitieron precisar que la velocidad como tal, no produce efectos sobre el hombre, si se vuela en línea recta y con protección que evite la fricción directa del aire, pero si los cambios bruscos de velocidad -ya sea en aumento, aceleración, o disminución, deceleración- y las fuerzas G, todas estas fuerzas agrupadas en aceleración y deceleración y relacionadas a las fuerzas de la gravedad para su cuantificación.

Se vio que había que considerar la duración o fac-

tor tiempo y la dirección en que se aplicaban: positiva, negativa o transversal.

No había experiencia respecto a las aceleraciones que duran más de 15 segundos, pero pudo apreciarse que la tolerancia a las mismas escasamente disminuye cuando el factor tiempo aumenta a 30 segundos. Sí se da, en cambio, problema importante de pérdida de tolerancia, si el aumento de velocidad y tiempo se dan juntos.

También se consideró la importancia de la dirección de esa fuerza; la de cabeza-piés -normal en vuelo- dada en $G +$ y la de piés-cabeza -del looping invertido, por ejemplo- dada en $G -$. La transversal sería la que se da cuando la fuerza aceleración se aplica a lo largo del eje del del cuerpo, como sería en el caso del piloto que estando en supinación hace un giro normal.

Respecto a la tolerancia del hombre a las $G -$, prácticamente no se investiga hasta 1947, y es en 1958, cuando como resultado de los trabajos de JAMES P. HENRY y colaboradores, se puede saber que la tolerancia a las $G -$ es la misma que para las positivas.

En el estudio de la G transversal se pudo ver que el piloto en posición de pronación o supinación podía normalmente soportar 10 o 12 G durante 15 segundos sin experimentar visión negra.

Los pilotos, muy familiarizados con estas fuerzas saben que por término medio pueden tolerarse de 4 a 5 G durante 10 a 15 segundos sentados convenientemente, y que el fenómeno de pérdida de visión ocurre a las 5 G aproximadamente. También conocen que pueden aumentar su tolerancia a las G levantando ligeramente las piernas, pero que es mucho más importante el uso del traje anti- G que aumenta la tolerancia en un factor de 1 a 1,2 G (421).



Fig. 80. Trajes especiales presurizados que se inflan ante una pérdida de presión dentro de la cabina.

La proyección de la cabina es también considerada como importante factor con respecto a los problemas médicos que plantea la alta velocidad de los aviones. La disposición y peso del asiento del piloto, la disposición de los instrumentos, la iluminación de los mismos, la disposición de controles, todo es importante en el mantenimiento de la eficacia del piloto.

También hubo de ser considerada la actitud y posición del cuerpo en relación con la seguridad del piloto y su mayor eficacia. Se pudo ver que la posición de acostado en pronación permitía al piloto descansar tanto o más que sentado y que el asiento hecho de malla de naylon da el máximo confort. También se vió la conveniencia de que la cabeza descansase sobre un soporte con apoyo especial para la barbilla, que los pies tuviesen un apoyo regulable, y que el abdomen contase con un sistema de soporte. Pudieron observar cómo pilotos que han volado por periodos de hasta más de ocho horas en esta posición y con estos dispositivos no mostraban fatiga.

Esta nueva posición en la cabina ha llevado consigo una reorganización y nueva disposición de los instrumentos habiendo de recurrir a un nuevo tipo de control de mando tridimensional.

En esta posición los pilotos han tolerado 12 G por 15 o 20 segundos sin llegar a experimentar el fenómeno de visión negra.

Se hicieron precisos cambios estructurales en la cabina para que el piloto pudiera adoptar esta postura, que fue factible en las cabinas en burbuja de los cazas. Hubo también que modificar el asiento de los instrumentos y de diseñar nuevos tipos para el vuelo de alta velocidad, teniendo en cuenta que la lectura de instrumentos ha de hacerse aquí más rápidamente, pues la mayor velocidad concede menos tiempo, evaluándose que el tiempo de comprobación de controles se reduce en un 60 o 70 %. A grandes velocidades un pequeño error de navegación puede ser costoso al recorrer largas distancias en poco tiempo.

Si siempre se concedió a la vista un papel importante en el vuelo, es indudable que su papel ha crecido en importancia con la exigencia de altas velocidades. Las fuerzas G en giros y tirones aumentan y hay que tender a escapar de la visión negra. A velocidades del orden de las del sonido e incluso de las 1.000 millas hora cualquier pérdida o reducción de visión puede ser fatal.

El piloto confía en su visión para escapar de peligros, salvar obstáculos e identificar objetivos. En una fracción de segundo se ve obligado a controlar instrumentos, el radar y la distancia, ha de identificar blancos, ha de reaccionar con rapidez en el combate. Todo esto lleva consigo unas mayores exigencias de Selección y control médico. (422).

El control de temperaturas también es problema a considerar, y si en los primeros tiempos de la aviación el problema lo creaba el frío, con el advenimiento de las altas velocidades, el mayor problema lo constituye el calor, el conseguir refrigerar el habitáculo.

En el vuelo de altura el sobrecalentamiento apreciado a grandes velocidades se debe al aumento de fricción o impacto, al aumento de radiación y al calor desprendido por los sistemas de ventilación. El vuelo de reacción a baja altura va a ir seguido de un aumento aún mayor de sobrecalentamiento por el gran número de moléculas tropezadas en esa atmosfera más densa. Sin refrigeración artificial la temperatura alcanzada por el aeroplano que vuela a 650 millas por hora se calcula en el exterior del avión superior a 70° F. sólo por lo debido al calor aerodinámico o sea prescindiendo del añadido por la radiación solar.

La consecuencia de estos conocimientos fue la limitación de las operaciones de los "Jet" a nivel del mar por el excesivo calentamiento y la equipación de los aviones jet con sistemas de aire acondicionado.



Fig. 81

En las operaciones militares americanas el problema de la vestimenta del piloto es trascendental por las grandes diferencias de temperatura a que los pilotos se ven expuestos en sus evoluciones, ya que se dan misiones de vuelo con despegue en Hawaii, paso por el Polo Norte y toma de tierra en Egipto, sobrevolando todo tipo de climas y pudiendo verse obligados a tomar tierra en lugares desfavorables.

Con modernos habitáculos de aire acondicionado teóricamente con un simple traje de vuelo de verano sería posible pasar el Polo, pero las emergencias podrían ser fatales y es el motivo por el que se estudian distintas posibilidades de trajes que fuesen capaces de cubrir todas esas posibles exigencias. Como resultado de tenaces estudios se logra diseñar un sistema de protección térmica personal con ajuste automático para remotos y rápidos cambios de temperatura de la cabina, sistema que mantiene una corriente de aire atemperado en contacto con la piel del cuerpo.

Con este traje logran los americanos un balance termal confortable indefinido a pesar de temperaturas exteriores de -30 a $+180^{\circ}$ F. (423).

Se investiga, asimismo, la probable influencia de las ondas ultrasonoras, a las que los alemanes habían atribuido muertes de sus pilotos, y ya en 1948 se obtuvieron datos en el sentido de que los componentes ultrasonoros del sonido generado en el campo de los jet y por los cohetes propulsores no constituyen serios riesgos para el hombre.

Pudo apreciarse que menos del 0,5 % de la energía acústica presente en estas frecuencias es absorbida del aire por el cuerpo humano. Experimentos en ratas peludas y conejillos de indias indican que su absorción es en ellos

del 12 % de la energía acústica.

Se pudo saber que esa energía es convertida en calor con resultado de aumento de temperatura corporal, pero que sólo cuando el nivel de energía acústica está por encima del nivel de 150 db. la cantidad absorbida por los animales es suficiente para que la temperatura del cuerpo del animal alcance un nivel letal.

Pero además, por otra parte, experiencias en el hombre sometido a estos niveles de ruido han puesto en evidencia la falta de efecto alguno, y ocurre además que los aviones jet no emiten en tierra ruidos de intensidad superior a los 120 decibelios. .

Ante estos resultados hay fundadas razones para pensar que es improbable que los ultrasonidos de los jet sean nocivos para el hombre.

En el espectro de la zona de frecuencias audibles, para la palabra hablada de 100 a 6.000 c/s., el problema ya es distinto en cuanto a la posibilidad de agresión co-clear, máximo si se tiene en cuenta que el ruido del jet es más alto de nivel y sobre todo más ancho de banda que el de los aviones convencionales.

Pudieron establecer los autores americanos que la exposición prolongada sin protección al ruido habitual del jet durante 30 minutos produce pérdidas auditivas de 20 db. o mayores y que la exposición repetida produce defectos permanentes.

Se consideran con especial interés los problemas de protección del personal que trabaja en motores jet, bancos de prueba o en tierra en labores de pista.

Se ha podido detectar en los individuos habitualmente próximos a la fuente de ruido que acusan las vibracio-

nes en cráneo, mandíbula y grupos musculares, así como fenómenos de náuseas, fatiga y disturbios locomotores.

Se llega a la convicción de que mientras las frecuencias ultrasonoras no parecen nocivas, hay indicios de que sí lo sean las de 200 c/s y más bajas. (424).

El aumento de velocidad y techo de los aviones a reacción va a plantear problemas de escape, velocidades a partir de 400 a 600 millas motivaran en el momento del escape golpes del cuerpo del piloto contra las estructuras del avión. Esto hace se estudien las posibilidades de eyección del asiento o de la cabina.

Dos años de investigación se tradujeron en el lanzamiento del asiento hacia arriba a razón de 62 pies por segundo, la fuerza era perfectamente tolerada por el hombre, la carga aplicada al asiento pequeña, no pasando el efecto de un brusco empujón. El problema de todos modos no está resuelto ya que con facilidad el piloto se encuentra con corrientes de viento, fricción, zarandeo y con la necesidad de descenso a zonas de ambiente tolerable.

Se decide que el piloto permanezca unido al asiento y descienda con él la zona del O_2 suficiente en que dejaría el asiento y desciende en paracaídas. En las pruebas pudo observarse que se producían volteos violentos que causaban excesivas fuerzas G- en el ocupante, lo que pudo ser corregido con un pequeño paracaídas que hacía de freno, tenía unas 40 pulgadas e iba sujeto al asiento con apertura automática cuando el asiento salía del avión. Se lograba con este paracaídas suprimir el volteo, pero no el giro alrededor del eje del cuerpo, y en pruebas en lanzamientos a 35.000 pies se produjeron mareos y náuseas pertinaces.

Se experimentó con que el piloto dejara el asiento inmediatamente, bajando en paracaídas en caída libre hasta

10.000 o 15.000 piés, observándose los efectos de severas fuerzas acelerativas y fuerte tirón al abrirse el paracaídas a extremadas alturas.

Este asiento y equipo resultó útil y sin peligro para alturas de 40.000 piés y velocidades de 500 metros por minuto.

El avance llegó hasta el diseño de paracaídas con apertura automática a presión barométrica controlada y suministro de O_2 suficiente.

Para alturas de 50.000 piés se haría necesario incluir al piloto en una especie de cabina especial presurizada, lo que puede ser conseguido con un traje que puede ser presurizado en una emergencia y que en condiciones normales es como ropa interior.

El traje personal hace frente al problema de supervivencia en alta cota y el paracaídas cumple su cometido de retornar al hombre a tierra. Queda el impacto brutal contra el viento, para lo que se concibe un casco con máscara de O_2 incorporada que da seguridad a la cabeza. Las pruebas de lanzamiento con este equipo dieron resultados satisfactorios. (425).

BOSEL y GARD se refieren, en Jour of Av. Medec. 1951, a ciertos aspectos de la actividad de la "Physiological Test unit" de la aviación de la marina de los EE.UU. Sigifican la extraordinaria importancia de la participación de la Medicina Aeronáutica en el desarrollo y puesta a punto de los nuevos tipos de aviones militares. Analizan en la evaluación de un nuevo tipo de avión, destinado a elevado rendimiento y cotas elevadas, los numerosos factores capaces de afectar al personal navegante y que son:

- a) El equipo de O_2 .

- b) La temperatura y presurización de la cabina con el riesgo de descompresión explosiva.
- c) Las aceleraciones positivas y negativas y los equipos destinados a disminuir sus efectos.
- d) Equipos para salto en paracaidas.
- e) Los equipos, las ropas protectoras y el casco.
- f) Los instrumentos de vuelo y los otros equipos que ponen en juego la percepción humana y los tiempos de reacción.

Ponen de manifiesto las investigaciones que les han llevado a la adopción de los reguladores automáticos a sobrepresión, presentan la puesta a punto de los aparatos de O_2 líquido que piensan pueden ofrecer las mejores posibilidades en los vuelos de larga duración y gran altura. Piensan que el adosamiento de pequeñas botellas de O_2 a las armaduras del paracaidas y la puesta a punto del asiento eyectable, reduce los riesgos del salto en paracaidas a bordo de prototipos de aeronaves a altas velocidades y elevadas cotas. Hablan de modificación de los cascos protectores con muy favorables resultados, y de que orientan sus investigaciones a la protección del personal a alturas ilimitadas, tolerancia a las G, y a las temperaturas extremadamente elevadas que deberán soportar durante los vuelos suprasónicos. Se refieren, finalmente, a la simplificación en la construcción y equipamiento del habitáculo de los aviones del futuro. (426).

En mayo de 1952, tiene lugar en Washington la XXIII Asamblea de la AeroMedical-Asociation, bajo la Presidencia de ARMSTRONG. A ella se presentan 55 Comunicaciones referentes a diversos temas de investigación práctica, en un esfuerzo por aumentar la seguridad aérea. Entre ellas merece citar:

- "La "Fatiga" (ADAMSOM).
- "Medicina de Aviación operacional" (BRODY).
- "Percepción visual monocular de profundidad en vuelo" (ROSE).
- "Fuerzas producidas en el tórax en la descompresión explosiva" (VAIL).
- "Hiperventilación involuntaria durante la inspiración a 43.000 pies". (HALL).
- "Examen funcional de la audición en el personal aeronáutico" (KOSTELIJK).
- "Variabilidad de la tolerancia de los hombres adultos a la aceleración radial positiva" (STAUFFER).
- "Desde la Medicina Aeronáutica a la Espacial". (STRU HOLD).
- "Efectos subjetivos de las velocidades radiales (MANN
- "Problemas monoculares y binoculares de la visión de profundidad en vuelo" (CIBIS).
- "Vectocardiografía durante la exposición a la aceleración positiva" (SICKER, PRYOR y WHORTER).
- "Utilización de vidrios de contacto en los pilotos" (DUGUET).
- "Busca de un test objetivo de fatiga del aviador" (MONJANZE, PLAS, VERDEAU y BOURDINAUD).
- "Modificaciones de la excitabilidad de los Centros Respiratorios en el curso de la apnea anoxémica. Consecuencias concernientes al tratamiento del síncope anoxémico" (FRANCK, GRANDPIERRE y LEMAIN).

En mayo de 1953 se celebra en Los Angeles (California) la XXIV Asamblea (de la A.M.A.) con la asistencia de varios centenares de médicos de todos los continentes y en la que además de las llamadas Sesiones Regulares a las que concurren 42 Comunicaciones, tuvo lugar un Symposium de Medicina del Espacio con 9 Comunicaciones y un "Forum" de los médicos de Líneas Aéreas, consagrado a los problemas de la edad y envejecimiento de los pilotos.

La mayor parte de las Comunicaciones procedían de la Escuela de Randolph Field, del Laboratorio Aeromedical de Wright Patterson, de los Laboratorios de la Marina de los EE.UU. y del Canadá. Aunque en menor número, presentaron también Comunicaciones, Francia, Suiza y otras naciones.

Destacan entre las Comunicaciones correspondientes a las Sesiones Regulares, las que hacen referencia a los problemas médicos en relación con la propulsión de aviones (PICKERING), mecanismos del vértigo y del síncope (POOS), control de ruidos y vibraciones en la U.S.A.F. (PARRAACK), límites de tolerancia y supervivencia a la deceleración lineal y limitaciones a la presurización de cabinas (WICKETT y STUBBS), y diagnóstico fisiológico del estado de tensión producido por el vuelo (DOMANSKI y NUTTAL), efecto de los medicamentos sobre la eficiencia psicológica (PAYNE), importancia preventiva en sus relaciones con la Medicina Aeronáutica (RZZOLO).

El Symposium de Medicina del Espacio comprendió una parte teórica, en la que se presentaron respectivas Comunicaciones referentes a la radiación cósmica por SIMPSON, SIRI, KREBS y SCHAEFER, y una segunda parte de motivos experimentales con Comunicaciones de HAIG, MURRAY, CAMPBELL y TOBIAS.

En el "Forum" sobre la edad de los pilotos Mc. FARLAND desarrolla la Ponencia "Modificaciones fisiológicas de los órganos sensoriales a causa de la edad". (428).

En este mismo año de 1953 se publica, en Nueva York, el libro de Mc. FARLAND y ROSS Human Factors in Air Transportation, dividido en ocho partes: (429).

En la primera parte, a modo de Introducción, analizan los autores, "El factor humano en Aviación".

En la segunda, se refieren a los exámenes fisiológicos y psicológicos, a los medios de Selección del personal navegante, a la instrucción del personal, a los accidentes en vuelo, y a la relación de la industria aeronáutica con las cuestiones de selección del personal.

En la tercera parte, tratan de la conservación de la salud y capacidad profesional, influencia de la educación física, alimentación, alcohol, tabaco, reacciones emocionales, fatiga y envejecimiento.

La cuarta parte está dedicada al estudio de la Selección del personal de tierra.

La quinta comprende el análisis de las causas de accidente y papel de los sistemas de seguridad en su prevención, y la importancia del médico del Aire como asesor de la construcción y distribución de las instalaciones y espacio de los aviones.

En la sexta parte se ocupan del control sanitario de los Aeropuertos, del transporte por aire de los enfermos contagiosos y de los problemas derivados de las condiciones geográficas y climáticas.

La séptima está dedicada al confort de los pasajeros sanos, de los enfermos y de los heridos.

Finalmente, la octava parte comprende el estudio de la Organización y atribuciones del Servicio Médico y de los de seguridad en los transportes aéreos.

En marzo de 1954, vuelve a ser Washington la sede de la Reunión Anual de A.M.A., destacando la presentación que hacen a la misma WRIGHT PATTERSON, BOLLERUD y colaboradores de trajes ventilados, trajes de altura y anti-G, de una centrífuga humana y de un estudio meticoloso de los efectos de las descompresiones explosivas en perros.(430).

Es asimismo, nuevamente, Washington, en marzo de 1955, el lugar de celebración de la Reunión Anual de la A.M.A. Participan en ella más de 1.000 asambleistas, 61 extranjeros que representan a 33 naciones.

Concurrieron a ella 39 Comunicaciones, entre las que destacan las relativas a la proyección hacia abajo a grandes velocidades y altas cotas; la proyección a bordo de un avión de despegue vertical; el trabajo visual de los operadores de radar; los nuevos dispositivos de ayuda al pilotaje, etc., comprendiéndose en este etcétera, una serie de trabajos importantes que dan testimonio de la tendencia constante de la Medicina Aeronáutica de la época, al esfuerzo por aportar soluciones y prácticas a los problemas, cada vez más complicados, que plantean las nuevas máquinas voladoras.

Las Sesiones de trabajo se cerraron con un Symposium nominado el "Cielo sin límites", en el curso del cual seis pilotos de prueba que habían traspasado varias veces la barrera del sonido, expusieron sus experiencias personales y sus puntos de vista con proyección futurista.

En el concurso de esta Asamblea los miembros asistentes a la misma tuvieron la oportunidad de visitar: la Escuela Médica anexa a la Base Aérea de GUNTER (Alabama), la Escuela de Medicina Aeronáutica de Randolph Field (Texas), y el Laboratorio Aero-Médico de Wright Patterson (Ohio). (431).

En la Reunión Anual de la A.M.A., del año 1956, celebrada en Chicago, tuvo lugar un Symposium sobre los problemas de evacuación a bordo de aviones de gran "performance". En él destacan las Comunicaciones referentes a:

Relación entre "performance" del avión y sistema de evacuación a bordo (MOHRLOCK), Resultados del empleo por la Aviación Naval de los EE. UU. del asiento eyectable

(WILBUR), resultado obtenido por "1'U.S. Air Force" con el empleo del asiento eyectable (MOSELEY); problemas técnicos de la evacuación (FROST), y factores psicológicos de la evacuación (ZELLER). (J. Av. Med. sept.)

En marzo de 1958 tiene lugar en Washington un Symposium sobre la Medicina Aeronáutica al umbral del Espacio, mereciendo destacar entre las Comunicaciones a él presentadas:

"Realizaciones de los últimos años" (CAMPBELL).

"Nuevas adquisiciones en el campo de las radiaciones estratosféricas". (SCHAEFER).

"Experiencias sobre el estado de ingravidez y estudio de la ilusión óculo-ingrávida". (GERATE, WOHL y STALLINGS).

"Consideraciones sobre la construcción de una cabina presurizada para balón libre con vistas a investigación sobre evacuación de a bordo a altas cotas". (BENSON).

"Ametropía de los pilotos militares". (HOFFMAN y KOCHLER).

En el Journal of Aviation Medicine de julio de 1958 aparecieron publicadas todas las Comunicaciones del Symposium. (432).

En abril de 1959 se publicó un número extraordinario de la U.S. Armed Forces Med. Journal, dedicado a la Investigación Médica Espacial con ocasión del X Aniversario de la misma. En él aparecen interesantes trabajos de: ARMSTRONG, que escribe sobre los orígenes de la Medicina Espacial; CAMPBELL, que se refiere al esfuerzo del momento de los Médicos Aeronáuticos por la Medicina Espacial; STRUGHOLD que hace conjeturas sobre la Medicina Espacial en la década venidera, desde el punto de vista del Médico y Fisiólogo. H. HABER, hace lo propio desde su punto de vista de físico-astrólogo; BUETTWER, desde su pris-

ma de físico del ambiente; F. HABER, con su mentalidad de ingeniero. Finalmente, WHITE, expone sus conceptos sobre realidades aeromédicas del viaje en el espacio.

En Perú, en noviembre de 1949, bajo los auspicios de la UNESCO y del Gobierno Peruano, se celebra en Lima un Symposium Internacional de Biología de las grandes alturas.

Las Ponencias del mismo versaron sobre: Condiciones de vida en las grandes alturas durante el reposo y el trabajo, aspectos Clínicos y patológicos asociados con la pérdida de adaptación, el problema de la fecundidad de los animales que viven en grandes alturas.

Finalmente, también se estudiaron y discutieron distintas facetas de las respuestas observadas por sujetos recién llegados desde el nivel del mar a la altura y a la inversa. (433).

En Rusia. Los años que siguen inmediatamente a la guerra no fueron importantes en cuanto a la Investigación Médico-Aeronáutica, que vive en ellos un tanto del recuerdo para, unos años más tarde, dejarse llevar los investigadores de forma un tanto apasionada hacia los problemas de la Bioastronáutica. Con esto el trabajo del Médico va a ir ligado y en gran parte supeditado a la ingeniería aeronáutica, ya que para que el hombre pueda ir a los espacios interplanetarios ha de hacerlo acompañado de su propio ambiente, de ese conjunto de circunstancias físico-químicas, biológicas e, incluso, psicológicas que normalmente le acompañan en su habitual medio ecológico de la superficie de la Tierra.

En esta nuestra descripción prescindimos de la segunda época por salirse del cometido de nuestro trabajo, y vamos a citar unas cuantas investigaciones que consideramos interesantes, pertenecientes a la primera época. Estos estudios son, por otra parte, continuación, en su mayoría, de otros ya realizados en Rusia en años anteriores.

En 1946 aparece publicado en Rusia el libro El hombre en Vuelo, importante recopilación de Medicina Aeronáutica del que es autor PLATONOV, miembro del Instituto de Medicina de Aviación. El autor había comenzado su recogida de datos estando de piloto en la guerra. Su protocolo comprende referencia más o menos completa de prácticamente todos los problemas médico-aeronáuticos. Durante diez años este libro fue en la Unión Soviética Manual de uso obligado para profesores y alumnos y fundamentalmente obra de estudio para los Médicos de las Fuerzas Aéreas que procedían de la Reserva, las más de las veces sin conocimientos médico-aeronáuticos. Fue, en definitiva la aparición de este libro uno de los mayores acontecimientos médico-aeronáuticos de la época y mostró a PLATONOV como el más importante propulsor de la Medicina Aeronáutica Rusa del momento. (434)

VESELKIN y BYKOV, de la Academia Médico Militar de Kirov, estudiaron en 1946 los "efectos de las pérdidas masivas de sangre sobre la sensibilidad del animal a la altura" y llegaron a la conclusión de que no reducían la tolerancia del animal a la altura. Esto dio lugar a que desde entonces se permitiese la evacuación aérea de heridos con pérdidas hemáticas hasta alturas de 3.000 a 4.000 metros (435).

SAVIN, miembro de la misma Academia, investigando en 1946 sobre la función de los músculos óculo-motores pudo observar su falta de afectación, incluso en hipoxias

intensas, pero que sí se daba en cambio una más larga duración del nistagmus, incluso en hipoxias leves. (436).

PETROV y DANILOV, asimismo miembros de la A.M.M. de Kirov, como resultado de sus estudios de 1946 en animales con afecciones cerebrales y craneales, concluyen que es posible su evacuación, sin que se agrave su problema, a alturas de 4.500 metros (437).

GONCHAROV y ELOVSKAYA, de la misma Academia, llegaron en 1947 a la conclusión de que no hay contraindicación en el traslado por vía aérea de animales con hemotórax abierto o cerrado incluso a alturas de 3.000-3.500 metros, siempre que se les administre O_2 . (438).

GEIRO, perteneciente al mismo Centro, hace en el mismo año de 1947, referencia a sus análisis de la dieta rica en H. de C. en condiciones de hipoxia. Afirma que a 5.000 metros de altura el nivel de azúcar en sangre se eleva moderadamente en las personas sanas, pero que después de producir una sobrecarga de azúcar, la curva hiperglucémica se mantenía significativamente elevada en la altitud. Concluyó con que la dieta de H. de C. mejoraba la eficiencia en la altura y prevenía las variaciones metabólicas. (439).

SOBOL, también miembro de la Academia, estableció en 1947 como sobrecarga de umbrales aceleratorios capaces de determinar modificaciones respiratorias, las cifras: 0,3 a 0,9 g. en dirección cráneo-caudal y de 0,9 en adelante en dirección caudo-cefálica. (440).

SHIK, miembro del Departamento de Fisiología General del "All Union", Instituto de Medicina Experimental, comprueba el hecho ya conocido de que el O_2 demandado no experimenta cambios en condiciones de hipoxia. Sus experiencias están contenidas en su Tesis Doctoral Cambios Gaseosos en Anoxia, aparecida en 1947.

MARSHAK continúa las investigaciones de SHIK en el

Departamento de Respiratorio y Circulatorio del Instituto y sus resultados los publica en un compendio que titula: La regulación de la respiración, circulación de la sangre y cambios gaseosos (1948). Contiene interesantes y nuevo material experimental sobre el carácter especial de la regulación de la respiración y circulación de la sangre en condiciones de alteración de las circunstancias externas. (441).

FILIPROVICH, del Departamento de Fisiología del Instituto, trabaja en 1948 con perros en Cámara de Baja Presión, a los que extirpa el ganglio simpático cervical superior y obtiene cambios duraderos de la secreción de las glándulas salivales y una más lenta adaptación de la glándula. (442)

MALKIMM, del mismo Departamento, realiza en 1948 test sobre secreción gástrica con varios estímulos (pan, carne, hamatogen, alcohol) en perros con estómago de Pavlov. Encuentra la secreción inhibida a 4.500 metros, sólo para el pan; a 7.000-8.000 metros la inhibición se daba al hematogen, pasas, leche y era significativamente pronunciada al pan. ZEMANOVA observa cómo inversamente aumentaba como respuesta a la histamina. (443).

USPENSKII, miembro asimismo del Departamento de Fisiología del propio Instituto, prueba en 1949 la disminución de la secreción intestinal sin cambios de composición como consecuencia de vuelos de dos horas a alturas de 500 a 800 metros y que cuando los vuelos son bruscos, aunque sean de corta duración (de unos 30 minutos), las inhibiciones de secreción son importantes. (444).

MIRER, del mismo Departamento y en el curso del mismo año de 1948, experimentó con perros la asimilación de los alimentos. Observó que manteniéndoles a 7.000 metros 4 $\frac{1}{2}$ horas no se dan alteraciones en la asimilación, y que ésta se ve un poco reducida cuando se les mantiene por es-

pacio de tres días durante 5 $\frac{1}{2}$ horas cada día a una altura de 8.000 metros (445).

SIROTININ, experto montañero soviético, estudia en las expediciones a las montañas durante varios años el balance ácido-base. Sienta, en 1950, la hipótesis de que la acidosis no gaseosa de la sangre sólo coexistiría con signos muy ligeros de enfermedad de montaña, ya que los signos importantes de esta enfermedad sólo se darían en las formas gaseosas de alcalosis en sangre.

Este mismo autor, en el mismo año de 1950, atribuye la reticulosis de la altura exclusivamente a la reducción de la presión atmosférica, en contraste con la opinión sentada por él anteriormente, de que era debida al efecto de las radiaciones atmosféricas. (446).

La Medicina Aeronáutica Española que, desde la terminación del conflicto civil -1939- comenzó su organización, había adquirido al final de la II Guerra Mundial una relativa madurez, gracias a la especial entrega y responsabilización de unos cuantos médicos e investigadores en su inmensa mayoría agrupados en el C.I.M.A. y que, por otra parte, mantenían cierta interconexión con la Cátedra de Fisiología de la Facultad de Medicina y con el Centro de Investigaciones Científicas.

Se continúan en 1946 en el C.I.M.A. los trabajos iniciados en 1945, principalmente: De revisión en Cámara de Baja Presión de los "tiempos de reserva con mezclas gaseosas" y E.C.G. a distintas cotas, pruebas psicológicas y psicotécnicas a distintas alturas simuladas, efectos tóxicos del O₂ puro y a gran concentración, efectos de mezclas gaseosas a diferentes proporciones, análisis de gases, estudios histiopatológicos de los efectos de la

anoxemia, síntesis dimetil-para-fenilenodiamina.

Asimismo, en el transcurso del año, RIOS SASIAIN realiza en el C.I.M.A. el trabajo "El sentido luminoso en Aeronáutica" que se publicaría en el núm. 64 de la Revista de Aeronáutica.

CARMENA durante los años 1946 y 1947 realiza también en el C.I.M.A. su Curso de Especialización en Medicina Aeronáutica y Fisiología de Vuelo.

En el Instituto de Medicina Aeronáutica de Sevilla GARCIA CONDE y BONNET SEOANE realizan un trabajo sobre "Exámenes para Selección del Personal Volante en España", trabajo que sería publicado en el núm. 92 de Medicina Española. La base del mismo es el estudio de las modificaciones de Pulso y Presión Arterial: hacen pruebas de SCHNEIDER y estudios en Cámara de Baja Presión a depresiones en los límites de la zona de adaptación funcional.

Las experiencias las realizan en 295 individuos, unos profesionales de vuelo y otros aspirantes, a los que someten a anoxemia por hipopresión.

Observan de un modo general taquicardia en la altura, si bien en el 8 % bradicardia y en el 5 % ausencia de alteraciones de la frecuencia, siendo para ellos dicha taquicardia expresión del medio de que el corazón se vale para aumentar el volumen minuto en proporciones que oscilan del 150 al 350 %.

Asimismo aprecian los autores una tendencia al aumento de la presión arterial diferencial.

Los resultados que obtienen por el empleo de la prueba de Schneider los consideran de utilidad en la selección del personal volante.

Interpretan, en definitiva, GARCIA CONDE y BONNET,

los hallazgos obtenidos como expresión de la tendencia del organismo a adaptarse funcionalmente para lograr su suficiente aprovisionamiento de O_2 .

En 1947 en la Sección de Medicina Aeronáutica y Psicotecnia del C.I.M.A., bajo la dirección de LOPEZ-COTERILLA, se trabaja en la Cámara de Baja Presión con el Ambidestrógrafo de Moede a una altura simulada de 7.000 metros; se practican pruebas de conducción con el aparato de Clem estudiando la fatiga de la atención a distintas alturas, y se realizan estudios de la memoria de formas empleando el test del I.N. de Psicotecnia, también a distintas alturas. (447).

En la Sección de Fisiología, MERAYO MAGDALENA y RUIZ GIJON profundizan en sus estudios anteriores sobre la acción tóxica del O_2 puro. Se valen de cobayas y ratas en los que estudian las lesiones, comprobándose por la Sección de Anatomía Patológica (VALLE JIMENEZ) las extensas lesiones de pulmones y otros órganos.

Repiten, asimismo, las experiencias con O_2 a 1, 2 y 3 atmósferas, observando que las lesiones se presentan más rápidamente.

En colaboración con la Sección de Anatomía Patológica realizan el trabajo "Observaciones sobre la toxicidad del O_2 y su aplicación a la Higiene del Vuelo" que fue leído en el Congreso de Medicina del Trabajo de Valencia del mismo año.

En este trabajo pudieron constatar: a) La aparición de síntomas tóxicos y lesiones viscerales predominantemente pulmonares por la respiración de O_2 puro a presión normal. b) Que dichas lesiones eran de congestión con densificación y engrosamiento de las paredes alveolares, dilataciones venosas y, a veces, hemorragias. c) Que estos trastornos son ya evidentes a las 24 horas de inhalación con-

tínua de O_2 puro, más intensas a las 48, y muy manifiestas a las 72 horas. d) La respiración también a presiones normales de mezclas de O_2 y N (75 % de O_2) produce lesiones congestivas pulmonares a las 48 horas de exposición, pero menos intensas. e) La inhalación de O_2 a una presión barométrica equivalente a 7.000 metros, produce lesiones menos acusadas que las del O_2 puro a presión normal, pero evidentes.

RUIZ GIJON y LOPEZ LORENZO realizaron un trabajo que complementa al anterior, pues trata de precisar la causa de la muerte de los animales sometidos a la respiración de O_2 puro. Dicho trabajo fue publicado en la Revista de Farmacoterapia con el título: "El contenido de glicógeno en el corazón de cobayas sometidos a la respiración de O_2 puro". En él tratan de probar si su muerte era debida a la anoxia hiperoxia y particularmente a anoxia cardiaca, en cuyo caso aparecerían antes de la muerte trastornos E.C.G. de tipo anóxico y disminución de glicógeno en el corazón. Como no logran constatar la presencia de síntomas de anoxia cardiaca en el E.C.G. en tales condiciones, ni oscilaciones significativas del contenido en glicógeno del corazón, dudan los autores de que la muerte por hiperoxia tenga origen anoxémico y piensan que en caso de ser ésta la causa, su aparición sería muy tardía, siendo posiblemente decisoria la participación de las lesiones pulmonares, ya que el pulmón llega a hepatizarse casi totalmente dando lugar a una verdadera anoxia anóxica.

En colaboración con LOPEZ-COTERILLA se realizaron también por la Sección de Fisiología pruebas del "Tiempo de reserva" de STRUGHOLD.

Asimismo, se estudiaron modificaciones de constantes fisiológicas y metabolimétricas en gatos sometidos a hipersión, se iniciaron estudios de eliminación del CO_2 en animales sometidos a respiración de O_2 puro a presión nor-

mal, y finalmente, en colaboración con VALLE, se estudiaron las variaciones del volumen sanguíneo en animales sometidos a hipopresión. (448).

En la Sección de Anatomía Patológica y Hematología, bajo la dirección de VALLE, se practicaron los estudios histopatológicos y de determinación del volumen sanguíneo de los trabajos de colaboración con la Sección de Fisiología. Se inició el estudio de las funciones antianoxémicas del S.R. Histiocitario en los animales sometidos a anoxia anoxémica aguda y crónica en Cámara de baja presión pretendiendo llegar utilizando la técnicas de ADLER y RESMANN al conocimiento completo de la función y comportamiento del S.R.H. en condiciones de anoxemia, estudiando histopatológicamente el sistema para mejor conocimiento del problema. (449).

En el transcurso de 1947, se publican en la Revista Aeronáutica los trabajos: "Problemas fisiológicos de los vuelos de altura" y "El Mal de altura descrito en el siglo XVII por los conquistadores españoles" (RUIZ GIJON), "Aerotitis Media (LOPEZ COTERILLA) y "Consecuencias Médicas de los vuelos de altura" (MERAYO).

En Medicina Española (núm. 100), aparece publicado el trabajo de investigación: "Valor de la prueba del picado como índice de eficiencia tubárica del aviador", del que son autores POU, GARCIA-CONDE y BONNET, del Instituto de Medicina Aeronáutica de Sevilla. Del resultado de sus investigaciones, reflejadas en el trabajo, obtienen las conclusiones: de que las personas normales con oídos anatómica y funcionalmente buenos no deben presentar trastornos de oído medio en el vuelo normal, que el más minucioso examen O.R.L. no es suficiente para juzgar del fisiologismo tubárico en todos los casos, lo que por el contrario sí puede hacerse por la prueba de picado.

La realizan ascendiendo hasta 5.000 metros en Cáma-

ra de Baja Presión y descendiendo hasta el nivel del mar a velocidades de hasta 100 o más m/s. y dicen que debe ser soportada sin molestias tubáricas.

En la evaluación de aptitud para la profesión aeronáutica fijan: en 20 m/s. la velocidad de bajada para pilotos en general, sin necesidad de recurrir a maniobras desobstructivas (VALSALVA, FRENZEL, PLITZER, etc.), en 50 m/s. para los pilotos de acrobacia y combate y en 100 m/s. para los técnicos que realizan reconocimientos en Cámara de baja presión.

Sostienen asimismo que durante el ascenso no deben presentarse trastornos en el oído medio, que los pequeños defectos no deben descalificar sin haber realizado la prueba de picado, que las maniobras de apertura de trompas deben ser conocidas por todo el personal que vuela y que la comunicación tubárica con la faringe mantenida durante todo el descenso, evita todo trauma aéreo en el oído.

Sin solución de continuidad el C.I.M.A. continúa su labor en 1948, en el que merece destacar los trabajos sobre:

"Protección visual del aviador"; "Selección de Paracaidistas"; "Toxicidad del O_2 "; "Regulación de la presión arterial en reposo, en hipoxia y durante la inhalación de O_2 "; "Efectos de la presión del O_2 administrado sobre la anoxia aguda"; "Estudios sobre la eliminación de CO_2 durante la respiración continua de O_2 "; "Efecto de la permanencia temporal a 2.000 metros sobre la resistencia a la anoxia aguda"; "Inhalación de O_2 a presiones normales, elevadas y con protección de G.A.L. (British Anti-Levisite)".

A partir de este año de 1948 pudo contar el C.I.M.A. con una centrífuga "Zondepp" de origen alemán que había sido adquirida durante la II Guerra. Se trata de una pequeña centrífuga de 3 metros de radio, capaz de producir

aceleraciones de 5 G., era rígida y prácticamente inoperante ya que la postura del hombre había de ser convencional y, como además se perdió parte del material accesorio y complementario en ese transporte que duró años por las circunstancias de guerra y postguerra, su utilización se limitó prácticamente a la investigación animal.

RUIZ GIJON y MERAYO estudiaron la acción tóxica del O_2 , y RUIZ GIJON en colaboración con VALLE, realizaron un trabajo de aplicación a la Higiene del Vuelo de la toxicidad del O_2 .

LOPEZ LORENZO y RUIZ GIJON estudiaron la inhalación de O_2 a presión normal y elevada, así como con protección de B.A.L. y la eliminación de CO_2 durante la respiración de O_2 .

En la Sección de Fisiología se estudian asimismo los métodos para aumentar la resistencia a la anoxia, y RUIZ GIJON y MERAYO en colaboración con la Sección de Psicotecnia y Medicina Aeronáutica trabajan con pilotos a efectos de constatar si como habían observado BENZINGER, KAMINSKI, OPITZ, DORIG, BECKER, LOESCHKE y LUFT, la permanencia a una elevada altura de montaña era causa de que se prolongase la resistencia a la anoxia aguda. Les mantenían varios días en Navacerrada y sus resultados fueron concluyentes y concordantes con los de los autores citados.

LOPEZ LORENZO y RUIZ GIJON, en experimentación animal comprueban el efecto favorable de la inhalación previa de O_2 sobre la resistencia a la anoxia aguda.

En los trabajos sobre regulación de la presión arterial, durante la hipoxia e inhalación de O_2 , se emplean lotes de animales que se estudian unos en Cámara de baja presión y otros sometidos a respiración de mezclas de gases, con objeto de determinar el papel de los quimio-receptores y baro-receptores de las zonas reflexógenas periféricas y del propio centro vasomotor.

Desde la obtención de los primeros resultados se dan cuenta los autores que los datos sobre el particular existentes en la literatura no explican de modo totalmente satisfactorio todos los efectos comprobados experimentalmente por ellos.

En colaboración conjunta de las secciones de Fisiología y Anatomía Patológica siguen practicándose estudios de la cantidad de sangre durante la anoxia de altura y sobre la aclimatación a la misma.

La Sección de Anatomía Patológica y Hematología, bajo la dirección de VALLE, continúa sus estudios experimentales -iniciados en 1947- del funcionamiento del S. R.E. como un todo y en lo que se refiere a su reacción ante diferentes grados de anoxia anoxémica. Para la exploración del S.R.E., que se practica en el conejo, emplea VALLE, las técnicas, ya citadas de ADLER y RESMAN, del índice del Rojo Congo.

Las conclusiones provisionales de estas experiencias son:

"1º. El S.R.E. del conejo se activa muy débilmente cuando se le somete durante una hora a una atmósfera simulada de 6.500 metros de altura.

"2º. Si previamente se le aclimata la activación del S.R.E. se hace considerable, casi aumenta en un 100 %, sobre todo si la aclimatación tuvo de duración al menos 22 días.

"3º. El mixoma inyectado a conejos, cuyo sistema R.E. está activado tarda más en generalizarse.

"4º No existe relación entre la activación del S.R.E. y las variaciones hematológicas observadas".
"(450).

En la Revista de Aeronáutica aparece la publicación de MERAYO y BONNET "Estudio de las Cámaras de Baja Presión" En ella hacen los autores una descripción general de las

mismas y en especial de la instalada en el C.I.M.A. con la que habitualmente trabajan. En distintos apartados estudian los sistemas de hipopresión (motores, bombas de vacío, tubería, válvulas de descenso, válvulas de aspiración o ascenso, aparatos indicadores y cámara propiamente dicha con antecámara y compuertas), aparatos de seguridad, sistema refrigerador, sistema de respiración de gases y mezclas y, finalmente, sistema luminoso. (451).

En los años siguientes se continúan en el C.I.M.A. los trabajos de investigación ya iniciados, introduciendo nuevas variantes al poder contar con mayores medios materiales.

La Sección de Medicina Aeronáutica y Psicotecnia del Vuelo recibe cada curso a los Médicos-Alumnos de la Academia de Sanidad del Aire con los que realiza clases prácticas con material psicotécnico, orientadas a la selección del personal volante y fundamentalmente al manejo de la Cámara de Baja Presión. Precisamente la promoción médica del curso 1948-1949 (PEREZ GETINO, CARRETERO, CEBRIAN, LAPUENTE y GOMEZ CABEZAS) realiza un interesante trabajo, con ayuda de los Laboratorios del Centro, sobre "Funcionamiento renal en la altura", sometién dose ellos mismos a 4.000 metros -sin O₂- en la Cámara de baja presión. Estudiaron volumen total de orina eliminada, densidades de la misma, prueba de Volhard y, fundamentalmente, contenido en cloruros y sales amoniaca les, comparando las respuestas obtenidas fuera de la Cámara con las conseguidas con la permanencia de una hora a dicha altura después de administrar agua corriente y mineromedicinal.

En este trabajo, que fue presentado a la Cátedra de Hidrología Médica de la Facultad de Medicina de Madrid (Prof. San Román), se comprobó: aumento de diuresis de altura, retención de cloruros y descenso de sales amonia-

cales, así como el aumento de ácido úrico y bases alcalinas.

Simultáneamente en las ascensiones simuladas y permanencia en Cámara de baja presión realizaron también pruebas de escritura y diversos test psicológicos a distintas alturas.

En la Sección de Anatomía Patológica se continúa en el año de 1949 y siguientes, la ampliación del estudio experimental (en animales) a alturas de 6.500 metros, en cuanto al aumento de la actividad real del poder granulotóxico. Se evidencia la presencia de dicho aumento con permanencias intermitentes de 18 días, observando cómo dicha evidencia aumenta cuando dicha permanencia intermitente en la Cámara de Baja Presión se mantiene durante 65 días y cómo las interrupciones superiores a 4 o 5 días producen un fallo en la respuesta de ese aumento de actividad del S.R.E.

Se estudió también el efecto de la inyección de bacilos de "tifus murinus" y se pudo observar una mayor pervivencia de los animales activados por permanencia en Cámara de Baja Presión que de los testigos, viendo que el aumento de su resistencia a la infección era paralela a la actividad granulopéxica.

Por otra parte, en los animales intermitentemente sometidos a 6.500 metros en Cámara de Baja Presión, se apreció una crisis reticulocitaria que, de sostenerse tal situación va seguida al cabo de varios días, (a veces muchos) de una caída de globulos rojos tanto mayor cuanto mayor tiempo estuvo baja la cifra de reticulocitos. La crisis reticulocitaria sería considerada como un "signo de alarma" de la anemia subsiguiente.

En la Sección de Fisiología se continúa trabajando con la regulación de la presión arterial durante la hipo-

xia y la inhalación de O_2 , y se supo apreciar cómo la discordancia, encontrada anteriormente, de los resultados experimentales con los obtenidos por otros autores, era debida al empleo como anestésico de cloralosa (de efecto inhibidor sobre los centros respiratorio y cardiovascular), obteniéndose resultados acordes al emplear uretano.

Se investiga también con sustancias químicas capaces de aumentar la resistencia a la anoxia aguda. Aparte de las ya conocidas (glutathione, citocromo, etc.), se hicieron ensayos con azul de metileno y fundamentalmente se pretendió establecer un nuevo test de anoxia tomando como material de estudio la contracción muscular tetánica, fundándose en la gran sensibilidad que presenta el preparado neuromuscular ante la falta de O_2 .

También se hicieron trabajos por RUIZ GIJON y MERA-YO, sobre: "Apnea paradógica" y sobre "Tiroides e hipoxia.

En la Revista de Aeronáutica (1949), se publicaron los trabajos: "Organización de Auxilio en los Accidentes Aéreos", "Reconocimiento y profilaxis de pilotos mediante pruebas funcionales", "La Aviación Sanitaria como medio de evacuación de heridos de las grandes unidades terrestres", "Observaciones sobre toxicidad de O_2 y su aplicación a la Higiene del Vuelo", de GARAIZABAL, MERAYO, PEREZ GRIFO y Valle, respectivamente.

ESTEBAN ARANGUEZ y LOPEZ-COTERILLA realizan un trabajo sobre "Prevención de los accidentes oculares en Aeronáutica", publicado en el Boletín de la Liga Portuguesa de Profilaxis de la Ceguera. En él consideran los distintos factores del medio Aeronáutico capaces de ejercer influencia desfavorable sobre el órgano de la visión.

Estudian la influencia de la altura, de las grandes velocidades, de la luz, de las corrientes de aire y del frío.

Entre las influencias de la altitud, refieren las ilusiones ópticas y los errores de apreciación, las alteraciones del sentido luminoso, de la agudeza, del campo visual, y de la percepción de los colores debidas a la hiporexia y, finalmente, el aeroembolismo determinado por la hipopresión barométrica.

En cuanto a las influencias de la velocidad, señalan la visión confusa por la persistencia que representa una superposición de las imágenes, sensaciones de movimiento aparente, etc.

Significan cómo en las fuertes aceleraciones los desplazamientos de la masa sanguínea llevan aparejados estados bruscos de hiperemia o anemia de la retina causante de las visiones "roja" o "negra" de los aviadores, fenómenos que preceden a las pérdidas de la conciencia y a los graves trastornos cerebrales cuyo pronóstico puede ser de trascendencia vital.

Tratan los recursos destinados a evitar los desplazamientos sanguíneos (cinturones abdominales, trajes neumáticos, adopción de posturas compensadoras, etc.)

Referente a las influencias de las radiaciones, estudian el deslumbramiento y la protección del mismo con gafas ahumadas, la fatiga consecutiva de la retina, la circunstancial hemeralopia corregible con vitamina A y la posible oftalmía por efecto de la radiación ultravioleta -semejante a la de la nieve- susceptible de ser prevenida por el uso de vidrios absorbentes.

Finalmente se ocupan de los efectos sobre el ojo de las corrientes de aire y del frío. Describen las conjuntivitis irritativas y la desecación de la conjuntiva y de la córnea en los vuelos sin cabina, circunstancia que exige del uso de gafas protectoras.

En la Revista de Aeronáutica se publican los trabajos "La influencia del alcohol y del tabaco en el personal volante" e "Importancia de continuar los estudios de anoxia" (MERAYO), "Asistencia quirúrgica en las divisiones de tropas paracaidistas" y "Efectos de la explosión de la bomba atómica sobre el organismo humano" (PEREZ GRIFO), "Las lesiones causadas por la bomba atómica (ACCIDENTES)".

PUIG QUERO presenta al XIII Congreso Internacional de Medicina y Farmacia Militar (Paris, junio de 1951), una Comunicación sobre "Los problemas planteados por la Navegación Aérea". En ella trata, en primer lugar, de la Selección del personal navegante que, insiste sea minuciosa y escrupulosamente estudiado, escogiendo entre los candidatos aquéllos que reúnan las mejores condiciones compatibles con la aviación, y dentro del grupo escogido hacer una clasificación de condiciones físicas especiales, Cree debe establecerse en cada uno su aptitud para las diferentes misiones de la aviación, civil o militar, para poderles encuadrar en la especialidad que le es más idónea, aparte de la obligada vigilancia durante el resto de su vida de vuelo. Significa, asimismo, PUIG QUERO que antes de dicha selección se impone la creación de cuadros médicos especializados en las distintas cuestiones médico-aeronáuticas, ya que sin un cuadro médico eficaz y capaz no sería posible garantizar una aviación eficiente.

Se refiere luego al transporte del personal sano o aparentemente sano que viaja en las Líneas Comerciales y del personal herido o enfermo que ha de ser evacuado.

Trata a continuación de la aplicación a la Navegación Aérea de las reglas de Higiene, de Salud y de Profilaxis Epidemiológica ya reguladas por los Convenios Internacionales.

Habla también de la necesidad de protección al Ser-

vicio de Asistencia Médica y de las ventajas del médico piloto.

Finalmente, insinúa la conveniencia de estudiar los problemas de transporte de material sanitario hasta los lugares en que su utilización es necesaria, ya sea en tiempo de paz, guerra o existencia de calamidades públicas. (452).

En 1952 lee CARMENA en Sevilla su Tesis Doctoral: "Contribución al estudio de la Acomodación a la Altura. Anhidrasa Carbónica y Organos de depósito", en la que obtiene las conclusiones siguientes:

- 1) La hipocapnia por hiperventilación consecutiva a la deficiencia de O_2 tiene un efecto nocivo sobre los principales mecanismos de la acomodación a la altura.
- 2) Se confirma experimentalmente que la hipoxia aguda produce aumento de hematíes y Hb en la sangre circulante. Aumento que mejora la captación y transporte de O_2 por la sangre y es principal componente del factor sanguíneo en el proceso de acomodación. Se explica por una reacción de los órganos de depósito a la altura.
- 3) Resulta de estas experiencias que la hipoxia aguda produce una disminución de la actividad de la encima anhidrasa carbónica en sangre circulante que, estorbando la eliminación de CO_2 en la sangre, actúa en contra del estado de hipocapnia, y la considera como uno de los mecanismos de acomodación a la altura.
- 4) Observa experimentalmente que la actividad de la anhidrasa carbónica está disminuida en los hematíes acantonados en los órganos de depósito, y los hematíes son lanzados a la circulación como reacción a la deficiencia de O_2 . La función de los órganos de depósito en el proceso de acomodación tiene dos facetas: mejora la adaptación y transporte de O_2 y entorpece la liberación del CO_2 desde la sangre.
- 5) Admite la posibilidad de que influya directamente la hipoxia sobre la actividad del encima. (453).

En la Revista de Aeronáutica aparecen publicados los trabajos: "Estudio de las aceleraciones en Medicina Aeronáutica", "Estudios sobre las variaciones circulatorias por la respiración a presión" y "La dieta en el Ejército del Aire" (MERAYO); "El Servicio Sanitario de las Fuerzas Paracaidistas y Aerotransportadas" (PUIG QUERO) y "Estudio general de la dieta en el Ejército del Aire (RUIZ GIJON, GRANDE COBIAN y MERAYO).

Para 1955 los auténticos cometidos del C.I.M.A. ya se han ido completando y el Centro ha iniciado su marcha hacia un espléndido futuro, poniéndose en acción al lado de las misiones de la Investigación, las de Reconocimientos y desarrollo de Cursos.

La Sección de Fisiología del C.I.M.A. continúa sus estudios de la anoxia, respiración a presión, de los efectos de la misma sobre las presiones arterial y venosa, y respiración a presión alternativa. Se introduce la práctica de registros E.E.G., con colaboración de MOLDENHAUER, a los animales sometidos a estos tipos de respiración. Se practican, asimismo, con la colaboración de la Srta. SICILIA, estudios de variaciones de las proteínas del suero, por procedimientos electroforéticos, estudios que se realizan en conejos durante el proceso de aclimatación a la hipoxemia crónica.

En la Sección de Hematología del mismo Centro se realizan estudios experimentales de producción de anemias en animales por su sometimiento a la anoxia crónica, analizando su relación con la anterior caída de reticulocitos.

MOLDENHAUER, COTERILLA y BONNET, hacen una valoración estadística de la prueba de Mashburn en relación con las horas de vuelo y edad, sirviéndose del "material humano" de los reconocimientos.

Por la Sección de Química y Bioquímica se determinan cetosteroides en orina utilizando ratas en condiciones nor-

males y en hipopresión, con objeto de determinar la posible influencia de las suprarrenales en el proceso de acomodación a la anoxia.

Se realizaban ya en estas fechas en el C.I.M.A. unos 800 reconocimientos anuales, pertenecientes a la selección de pilotos de la Milicia Aérea Universitaria, asistentes a Cursos, reconocimientos periódicos y de peritación de pilotos pertenecientes a las distintas Regiones Aéreas (454).

En febrero de 1955 parte para EE.UU. MERAYO con objeto de realizar un Curso de "Physiological Training Officer" (P.T.O) en la Base Gunter AFB de Montgomery - Alabama.

Tiene como objeto este Curso, de ocho semanas de duración, la familiarización con los problemas de Fisiología Aérea y con la Organización del personal aéreo y colaboración en el aspecto fisiológico con el Oficial Médico.

Dentro del Curso se organizarían Viajes de Estudios, para observar el funcionamiento de los distintos grupos de P.T.U ("Phis. Training Unit"), en diferentes Bases (Eglin, Craig, Wright-Patterson y Pensacola), en las que se prestaba especial interés al uso adecuado de los equipos de O₂. Se daban Clases de Library Research para familiarización con el manejo de la bibliografía médico aeronáutica, Seminarios de discusiones organizadas sobre problemas médico aeronáuticos y Conferencias preparadas por los alumnos. Cada alumno disponía de un guía (Oficial supervisor) que le orientaba y dirigía.

El curso iba dirigido al personal volante a quien afecta la seguridad, eficiencia y conocimiento de la Fisiología del Vuelo. Contenía todo el aspecto teórico de la Fisiología Aérea que puede interesar al piloto, emergencias y accidentes, uso y conocimiento de las partes del

avión en especial relación con la Fisiología aérea, equipos de O_2 , cámaras de presiones, trajes de protección anti-G, temperaturas extremas de calor y frío, trajes de sobrepresión, etc., tratando los problemas en los dos aspectos teórico y práctico.

Dentro de este Curso que realizara MERAYO, y siempre siguiendo sus referencias, fueron motivo de estudio y discusión:

La atmósfera, datos fisiológicos de la altura (respiración, circulación, hipoxia, disbarimos), equipos de O_2 , cabinas de presión en aviones, descompresión explosiva, profilaxis de emergencias de las grandes alturas, efectos fisiológicos de las distintas aceleraciones, procedimientos de escape en los aviones (altas cotas, caída libre en paracaidas, altas velocidades, métodos convencionales, sistemas de eyección), fatiga de vuelo en el aviador, problemas asociados con las grandes velocidades, visión nocturna, ilusiones sensoriales de vuelo (vértigo, autohipnosis, visión cinética), cámara de vuelo simulado y entrenamiento con equipos de O_2 . (455).

En mayo del mismo año LOPEZ-COTERILLA asiste en EE.UU a un Curso de Formación Fundamental de Médicos Aeronáuticos en la "USAF SCHOOL OF AVIATION MEDICINE" situada en la Base de Randolph Air Force (Texas), donde además se dan habitualmente cursos para alumnos procedentes de las F.A. americanas y extranjeras (pilotos, médicos, enfermeras, suboficiales, sanitarios, etc.), cursos eminentemente prácticos.

El Curso realizado por COTERILLA es el PCAM (Primary Course of Aviation Medicine), limitado a Jefes y Oficiales Médicos, de preparación para su actuación independiente en Unidades de Vuelo, con objeto de darles un "Background" de conocimientos básicos en el campo de la Medicina Aeronáutica. Nos refiere el propio COTERILLA que en él se de-

sarrollaron Conferencias teóricas y prácticas, de instrucción sobre técnicas y métodos de selección médica del personal volante, y de enseñanza sobre profilaxis, diagnóstico y tratamiento de enfermedades propias del ambiente médico-aeronáutico. Se insiste en él sobre el punto de vista psíco-físico de la selección y en el significado y valoración de las pruebas psicotécnicas y neuropsiquiátricas. Al terminar dicho Curso se le concedieron a LOPEZ-COTERILLA los Diplomas PCAM de Air University y el de FLIGHT SURGEON. (456).

Precisamente aprovechando el contenido e información de estos Cursos realizados por LOPEZ-COTERILLA y MEREYO, la Inspección de Sanidad del Aire organiza en octubre del mismo año un Curso Elemental de Medicina Aeronáutica y Fisiología del Vuelo, para Jefes y Oficiales Médicos del Ejército del Aire. La duración del mismo fue de un mes y su desarrollo fundamentalmente teórico.

Fueron en él fundamentalmente tratados los problemas de: "Sistemas de O₂ y trajes de sobrepresión en la actual Aviación", "Fenómenos disbáricos y problemas atmosféricos" y "Los disturbios por aceleraciones".

Este mismo año se dió también en el C.I.M.A. un Cursillo de catorce días para personal del Servicio de Vuelo sobre elementales nociones médico-aeronáuticas y de conocimiento y empleo de equipos de O₂. (457).

En el XXXIV Congreso de la Sociedad Oftalmológica Hispano Americana, celebrado en Málaga en 1956, ESTEBAN de RANGUEZ presenta un trabajo sobre "Aptitudes visuales en Aeronáutica". En él, después de un resumen de los antecedentes históricos, describe las normas en vigor y los requisitos visuales para el otorgamiento de licencias de vuelo, según el título y especialidad de los aspirantes a ingreso en vuelo o renovación de licencias.

En otro apartado expone los requisitos relativos a

la percepción de colores. Finalmente inserta las Normas 895-241 - B. Referencias y aplicación práctica de las Normas Internacionales en vigor. (458).

MERAYO, UGEDO y HERRERO asisten en 1957, también en EE. UU. de América, al "Primary Course of Aviation Medicine" y obtienen el correspondiente Diploma de aprovechamiento.

En mayo de 1959 MERAYO realizaría también en EE.UU. en Brooks, el Primer Curso Avanzado ("Advanced Course") de siete meses de duración, equivalente a Diplomado en Medicina Aeronáutica.

En la Revista de Aeronáutica aparece el trabajo de CALATRAVA "Aerodontalgia", en el que da su personal interpretación del fenómeno. Dice que en su producción actúan como predisponentes: las grandes y profundas obturaciones metálicas sobre dientes que tienen lesiones pulpares con espacios lacunares, esclerosis zonales y cálculos en la masa pulpar. Como desencadenante actuaría la reducción de la presión barométrica. El llegar a la conclusión de que la causa íntima es la anoxia que determinando la asfixia tisular de la pulpa, motivo del dolor.

En la misma revista se publican los trabajos: "Aspectos fisiológicos del vuelo a gran altura" (MORELL), "La hipoxia en la evacuación aérea" (PARRILLA), "Higiene del Aviador" (MERAYO).

En enero de 1959, con el destino al C.I.M.A. de un especialista en Otorrinolaringología, se completa el Cuadro de Especialidades del Centro, que comienza una nueva esplendorosa etapa.

Se trasladan al mismo los protocolos de reconocimientos de todo el personal de vuelo civil y militar y comienzan a practicarse en él la mayoría de los reconocimientos médicos del personal volante, tanto los de Selección como

los periódicos. Los de ingreso en la Academia General del Aire continúan realizándose en la propia Academia, si bien con el personal de Especialidades en su mayor parte destacado del C.I.M.A. o del Instituto de Medicina Aeronáutica de Sevilla. Los reconocimientos periódicos de Bases y Centros lejanos a Madrid se continuarían en las cabeceras de Región Aérea, Academia General del Aire y algunas Bases, pero remitiendo al C.I.M.A. los dudosos o los afectos de motivos de Baja, para ser juzgados en dicho Centro Superior de Reconocimientos.

El C.I.M.A. está en este momento dirigido por el Coronel ATENZA y tiene como Médicos Diplomados de Medicina Aeronáutica a LOPEZ-COTERILLA y MERAYO, a BONNET como Diplomado Especialista en Pulmón y Corazón, a MOLDENHAUER como Neurosiquiatra, a VALLE como Jefe del Laboratorio Biólogo y Anatomopatólogo, a MARCO (Farmacéutico) como Jefe del Laboratorio de Análisis Químico, a LUCAS GALLEGO como Radiólogo, a ESTEBAN de ANTONIO como Oftalmólogo y a GOMEZ CABEZAS como Otorrinolaringólogo.

Las misiones del C.I.M.A. se han completado; continúa con su tarea Investigadora, amplía sus misiones de Enseñanza y toma de lleno las de Reconocimiento. Su actividad es claramente patente y fructíferas sus consecuencias que cristalizan en una mejor Selección, en un aumento y mejor sistematización de la Enseñanza impartida en el mismo y fundamentalmente en una serie de publicaciones de años sucesivos, fruto del trabajo de investigación y de la información recogida del abundante "material humano" que pasa por sus Secciones.

Siguen pasando por el C.I.M.A. las promociones de Alumnos Médicos de la Academia de Sanidad del Aire para recibir durante seis meses formación médico-aeronáutica, y periódicamente se dan en el C.I.M.A. Cursos de Medicina Aeronáutica y Fisiología de Vuelo para pilotos y médicos

Un trabajo de UGEDO "Descompresión explosiva" se publica en la Revista Aeronáutica, en la que también aparecen dos de PASCUAL QUINTANA "Protagonista el Hombre" que hacen referencias al reconocimiento psicofísico de selección, y otro, de HERRERO ALDAMA "Trauma acústico".

En Febrero de 1960 se crea en Barcelona la Asociación de Medicina Aeronáutica y Espacial como Sección dependiente de la Academia de Ciencias Médicas, siendo nombrado de la misma Presidente el Profesor FERNANDEZ CRUZ, Catedrático de Patología General de la Facultad de Medicina y Jefe de Sanidad del Sector Aéreo de Cataluña.

En el mismo año de 1960, patrocinada por la Subsecretaría del Ministerio del Aire, se publica una Monografía de SANJURJO MORENO, de cerca de 200 páginas, dedicada al Entrenamiento fisiológico de los Pilotos, en la que se tratan los importantes conceptos médico-aeronáuticos que deben conocer los profesionales del vuelo.

En ella hace en primer lugar el autor una descripción de la arquitectura del cuerpo humano, estudiando: la influencia de los factores humanos en el diseño de los nuevos aviones, las relaciones entre el tamaño del cuerpo y el diseño del avión, y entre las medidas del cuerpo y el equipo personal. En otro Capítulo se ocupa del mantenimiento de la máquina organismo del aviador. Pasa luego al estudio de la Biofísica de la Atmósfera, de la respiración y problemas que plantea al piloto, de la sangre y su circulación en el organismo, de los efectos y reacciones orgánicas producidas por la disminución de la presión barométrica (disbarismos), de la hipoxia, del aeroembolismo, de la descompresión brusca, del entrenamiento de "vuelos en Cámara de baja presión", y finalmente de las influencias climáticas en los factores humanos de los aviadores.

No puede negarse a esta publicación que es mucho más

que una obra de divulgación médica, su indudable interés práctico por su atinada adaptación a una necesidad evidente, y por su metódica clara y expresión sencilla.

En las Revistas de Sanidad e Higiene Pública, de mayo y junio de 1960, se publica una Comunicación de ESTEBAN de ANTONIO con el nombre de "Importancia social de la ambliopía ex-anopsia. Profilaxis y tratamiento" y en el Boletín de la Sociedad Oftalmológica Año III, núm. 2, otro del mismo autor: "La visión de los vuelos interplanetarios". En la Revista Agronómica aparecen: "Podemos vivir en Marte" y "Consideraciones del vuelo espacial", ambas de MERAYO, y "La fatiga visual de los radaristas" de ESTEBAN.

En Medicina y Cirugía de Guerra de XI de 1961, otra de MERAYO y ESTEBAN con el título "Indicaciones y normas para la evacuación y transporte por vía aérea de enfermos y heridos".

En 1960 se incluye la MEDICINA AERONAUTICA entre las asignaturas optativas del Doctorado, y comienza en el periodo académico 1960-1961, en Madrid y Barcelona, el I Curso Monográfico, desarrollado en Barcelona por el Profesor FERNANDEZ CRUZ y en Madrid es nombrado profesor del mismo MERAYO MAGDALENA. El propio C.I.M.A. es la sede donde se imparten las enseñanzas en Madrid, para las que cuenta MERAYO en este primer curso con los titulares de especialidades del Centro; MOLDENHAUER, ESTEBAN y GOMEZ CABEZAS, que pronuncian varias Conferencias. En años sucesivos el Curso Monográfico de Medicina Aeronáutica se repetirá sin interrupción y con gran éxito de alumnado, siempre con MERAYO como Profesor, si bien con la vinculación oficial con la Cátedra de Fisiología Especial que regenta el profesor GALLEGO.

En la Revista de Aeronáutica, se publican los artículos "Sanidad del Ejército del Aire" (TERREROS), "Proble-

mas que plantea el Vuelo Instrumental" (SANJURJO).

GOMEZ CABEZAS realiza en el C.I.M.A. un Trabajo-Memoria, solicitado por la Escuela de Estado Mayor del Aire, con motivo de su Curso de ascenso a Jefe, que lleva por título "Ilusiones sensoriales del Vuelo", que sería posteriormente publicado en la Revista de Medicina y Cirugía de Guerra. (459).

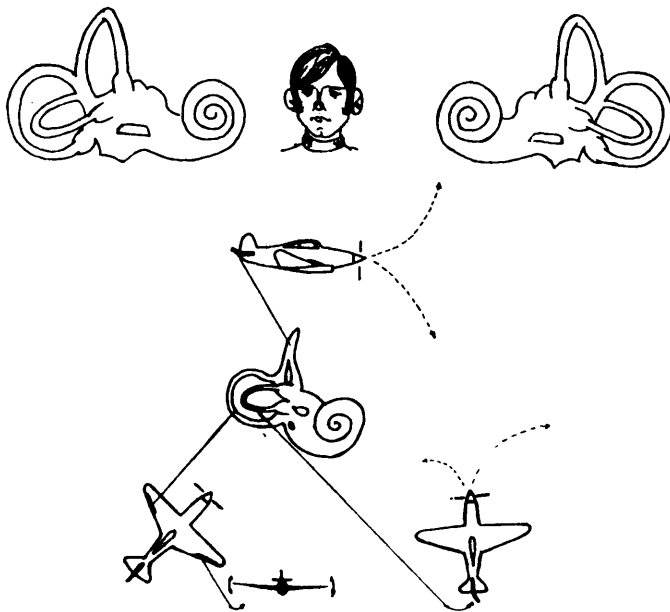


Fig. 82. Control laberinti de estímulos.

En él, después de considerar en la Introducción la importancia del estudio de dichas ilusiones, por la posibilidad de acarrear desorientación espacial, analiza en seis apartados: La Fisiología del equilibrio sensorial en tierra; la Fisiología del equilibrio y orientación sensorial en vuelo; el origen de las ilusiones sensoriales del vuelo; el examen y selección de futuros pilotos en relación con la desorientación espacial; el entrenamiento y educación de pilotos y, finalmente, termina sentando las conclusiones siguientes:

- a) El hombre es capaz de mantener perfectamente su

equilibrio en tierra, por la cooperación coordinada de la vista y de los sistemas vestibular y propioceptivo. En el aire las modalidades sensoriales informan con frecuencia imperfectamente, con ilusiones capaces de crear situaciones erróneas.

- b) Las ilusiones sensoriales del vuelo originan una falsa sensación acerca de la posición del aviador en un determinado momento, denominada "Desorientación Espacial".
- c) La desorientación espacial es un síndrome universal común a todos los pilotos en un momento determinado de su profesión, capaz de causar un 5 % de accidentes mortales.
- d) Con la aparición de los aviones a reacción han aumentado los accidentes por desorientación espacial y debido a su mayor velocidad el peligro es mucho mayor al volar por bajo de los 3.000 metros.
- e) En la provocación de la desorientación espacial juegan papel importante los receptores gravitacionales específicos, los inespecíficos y la vista.
- f) La desorientación espacial se presenta por discrepancia entre los informes recibidos por los distintos receptores, por falta de integración sensorial.
- g) El entrenamiento y educación del piloto son fundamentales y el piloto ha de estar impuesto en la práctica de instrumentos de a bordo, mantener vuelo visual o instrumental, pero no mezclar ambos. No debe hacer acrobacia de noche a bajas cotas, y ha de evitar movimientos bruscos de cabeza para no favorecer la reacción de Coriolis.
- h) Se apunta la conveniencia de introducir en la exploración selectiva para futuros pilotos la práctica de provocar una reacción de Coriolis.
- i) En suma, el piloto ha de aprender a menospreciar sus propias sensaciones y hacer caso de sus instrumentos.

En la Revista Aeronáutica, sale a la luz el artículo de MERAYO y ESTEBAN, "Las lentes de contacto para el personal de vuelo". Estudian en dicho trabajo las venta-

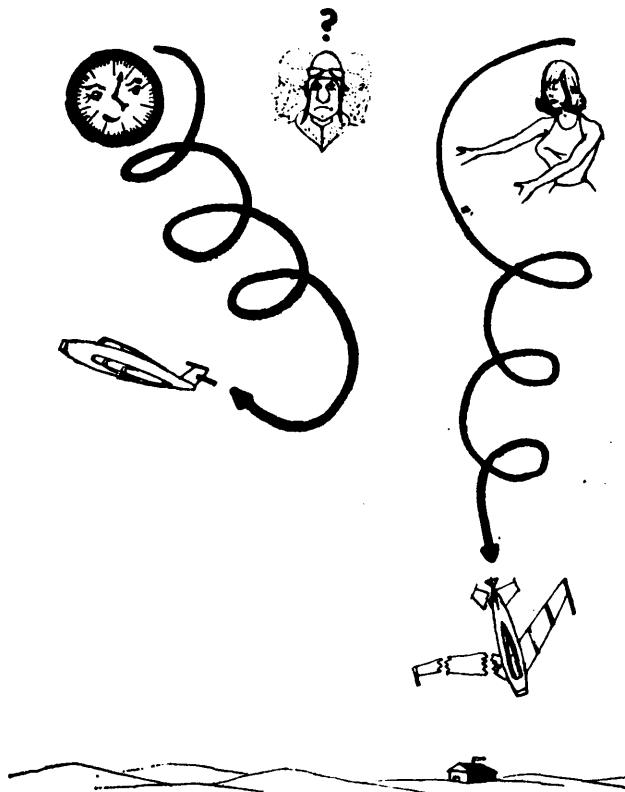


Fig. 83. El piloto hará caso de sus instrumentos de a bordo y menospreciará sus sensaciones.

jas de las lentes de contacto en cuanto a que permiten la supresión de las gafas, proporcionan corrientemente mejor agudeza visual, hacen posible la corrección óptica de las anisometropías, no limitan el campo visual ni el de mirada, suprimen el factor psicológico del piloto y no se empañan. Consideran asimismo los inconvenientes para su uso de: posibilidad de formación de burbujas, de erosiones corneales, de tolerancia limitada con posible necesidad de tenerlas que quitar en

vuelo, peligro de descompresión explosiva, dificultad de uso si existe en el individuo presbicia.

Sientan, finalmente, unas conclusiones de limitación de su uso a: pilotos de Turismo, siempre que no hayan de sobrepasar los 4.000 metros, tengan perfecta tolerancia y no vuelen más de dos o tres horas, Pilotos de Transporte y Comerciales de 2ª clase con anisotropía y gran experiencia en vuelo, pilotos de globo o vuelo sin motor con cabina o gafas (protección del viento), personal auxiliar de a bordo siempre que vuelen a menos de 4.000 metros o en cabinas presurizadas.

Aconsejan, de todos modos, el llevar siempre a mano gafas corrientes para casos de emergencia.

Consideran contraindicado el uso de lentillas en pilotos y personal militar de todo tipo, pilotos civiles que no reúnan las condiciones anteriores, y todos los Comerciales de 1ª clase, sobre todo si realizan vuelos intercontinentales o si carecen de copiloto.

En la propia Revista de Aeronáutica se publica un artículo de GOMEZ CABEZAS "Hipoacusias del aviador", en el que analiza 1.200 Historias Clínicas de pilotos civiles y militares con más de diez años de vuelo, estudiando las hipoacusias del aviador motivadas por fallos en la transmisión sonora de origen barotraumático. Considera la acción barotraumática, la progresión del daño barotraumático y las pérdidas acústicas nacidas de dichas perturbaciones del mecanismo transmisor del oído para sacar las siguientes conclusiones:

Delicadeza anatómica y funcional del mecanismo transmisor de las ondas sonoras, gran interés de la patología tubárica y su relación con la patología de las fosas nasales y Cavum, gran nocividad del barotrauma sobre el mecanismo transmisor, que el daño en sí inaparente al principio puede convertirse en grave, necesidad de despistaje inicial y perfecto tratamiento que evite la progresión del daño, frecuente incidencia del insulto coclear (bajo la acción de los barotraumas) en los alrededores de los 4.000 c/s. al lado de una mayor agresión al mecanismo transmisor. Posibilidad de insulto vestibular coincidiendo con el de los sistemas de transmisión y percepción sonora, y finalmente, considerar la sordera del barotrauma como la más característica del vuelo, ya que la perceptiva es en todo semejante a la desencadenada en distintos ambientes ruidosos.

Asimismo, en la Revista de Aeronáutica y Astronáutica se publica el artículo de ESTEBAN de ANTONIO "La corrección con gafas de los defectos de refracción del piloto". Finalmente, en los Archivos de la Facultad de Me-

dicina de Madrid (núm. 2 de 1962) el trabajo "Mal de Altura", del que son autores LUCAS, MERAYO y ESTEBAN.

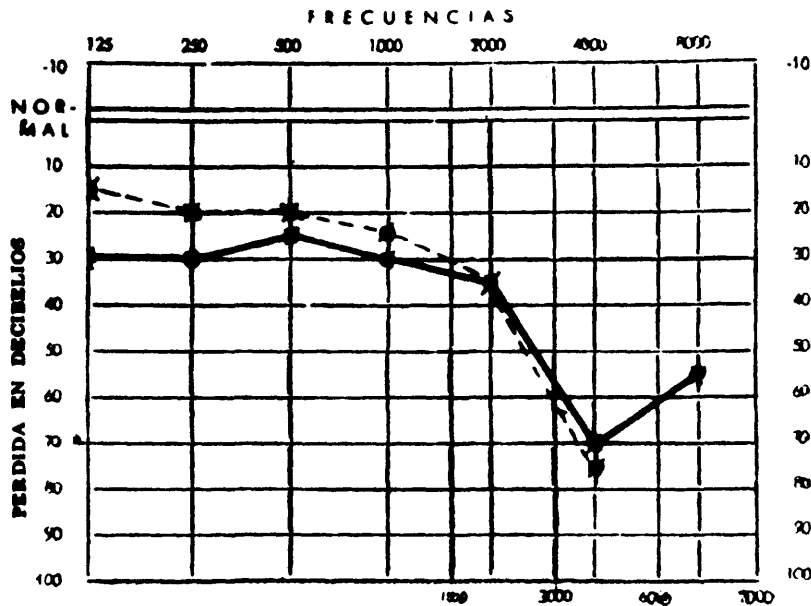


Fig. 84 Barotrauma con trauma acústico.

Entre tanto se suceden estas últimas incidencias la actividad del C.I.M.A. ha aumentado considerablemente, ya que España ha de acoger en su sede de Madrid al CONGRESO INTERNACIONAL DE MEDICINA AERONAUTICA Y COSMONAUTICA. LUCAS, como Presidente de la Sociedad Española de Medicina Aeronáutica y MERAYO, como Secretario, ayudados por los demás médicos del C.I.M.A. y otros compañeros de Sanidad del Aire, llevarán el peso de la organización.

En las distintas Secciones de Investigación del C.I.M.A. se trabaja con intensidad y entusiasmo para poner a punto unas cuantas Ponencias y Comunicaciones.

Pasamos con esto a analizar dicho Congreso Internacional que hemos escogido para final de nuestro estudio Histórico Médico Aeronáutico, quizá alargando un poco la Era de la Aviación a Reacción, pero creemos que por su interés merece la pena y que puede ser un digno colofón a nuestra tarea, ya que su contenido constitu-

ye una puesta al día de los problemas más importantes de la Medicina Aeronáutica de la Era de la Aviación a Reacción y un inicio del estudio de los problemas médicos que plantea la Cosmonáutica.

El XI CONGRESO INTERNACIONAL DE MEDICINA AERONAUTICA Y COSMONAUTICA tiene lugar en la Facultad de Medicina de Madrid, concretamente en los locales de la Escuela de Estomatología (Ciudad Universitaria), del 8 al 12 de Octubre de 1962. Fue presidido por el Inspector Médico del Cuerpo de Sanidad del Aire, Excmo. Sr. D. CARLOS FERNANDEZ, siendo Presidente de Honor el General de Sanidad francés, GRAND-PIERRE.

El Comité científico estuvo presidido por MONTEJANO y serían Vicepresidentes de Honor: NIESS (EE.UU.) ALDERSON (USAF), EVRARD y ALLARD (Bélgica), LOMONACO (Italia), Von DIRINGHOFEN (Alemania Occidental) y SLIM (Líbano). Estarían representadas un total de 30 naciones y el total de Comunicaciones presentadas se aproximó al centenar.

Se tratan en el Congreso cinco temas principales que se desarrollan en cinco Sesiones, empezando cada día por una Ponencia que va seguida de la presentación de una serie de Comunicaciones relacionadas con el tema.

El tema 1º se refiere a Selección, Entrenamiento y Aptitud Fisiopatológica del Vuelo:

En primer lugar LOPEZ-COTERILLA desarrolla la Ponencia "Valoración y Revisión del Cuadro Médico en el Reconocimiento de Pilotos". En ella insiste en que el "factor humano" continua ejerciendo un papel primordial en la producción de los accidentes. Asimismo, en que la investigación en Medicina Aeronáutica debe ser siempre dirigida hacia conclusiones prácticas, en la necesidad de una buena selección del personal navegante.

Expone la experiencia adquirida en el C.I.M.A. en diez

años de Selección y mantenimiento del personal navegante. Analiza los porcentajes de descalificación en aspirantes a pilotos militares y obtiene un porcentaje por motivos psicofísicos de un 40,67 %, predominando los fallos de agudeza visual que sobrepasan el 16 %, seguidos de la hiperemotividad, que sobrepasan el 10 % de los reconocidos y de la discromatoxia que ascienden al 4,5 %

Los resultados obtenidos en los reconocimientos periódicos (mantenimiento) arrojan resultados bajos de descalificación, pero plantean la presentación de casos límites de difícil valoración (problemas de audición, hipertensión arterial, microhematurias y fatiga de vuelo, principalmente).

A continuación se presentan en esta Primera Sesión unas cuantas Comunicaciones en relación con el tema, de las que resumimos las más importantes:

"Valoración de las Pruebas Vestibulares en el Reconocimiento de Pilotos", de MERAYO, LUCAS y GOMEZ CABEZAS. Comienzan en él los autores estimando en un 5 % del total de accidentes de aviación los debidos a la desorientación espacial. Opinan, y están con esto de acuerdo con estudios anteriores de ARMSTRONG, NUTTALL y SANFORD, entre otros, que la exploración del nistagmus post rotacional en Silla de Barany no es prueba suficiente para valorar la susceptibilidad al vértigo. Identificados con las ideas de NUTTALL y SANFORD creen que la provocación de una reacción de Coriolis con respuesta total laberíntica por estimulación simultánea de dos o más canales semicirculares, puede ser de utilidad en la selección del personal volante.

Estudian en tres grupos de 10 pilotos cada uno de: susceptibles al vértigo, poco sensibles al mismo y grupo testigo, y encuentran diferencias de respuestas muy significativas de excitabilidad a favor del primero de los grupos.

"Reflexions sur l'examen du système cardiovasculaire • pratique lors de la Sélection Initiale du Personnel Navigant", de LAUSHNER (Fontainebleau). Para él dicho examen tiene el triple fin de: Eliminación de los candidatos enfermos o afectados de anomalías; Evaluación de los límites de posibilidades cardiovasculares de los sujetos en condiciones de esfuerzo bien determinadas; Detectación de signos revelantes de posibilidad de envejecimiento precoz del sistema cardiovascular (arteriosclerosis en particular).

Estudia y compara el autor los métodos de los test empleados en las F.A. de siete naciones Occidentales.

La evaluación de la reacción cardiovascular en las condiciones de stress es obtenida empleando métodos diferentes por los distintos países, la determinación del stress varía igualmente y resulta difícil la comparación de los test descritos.

Concluye que la detectación, por el examen inicial, de los candidatos susceptibles de presentar prematuramente en su carrera profesional un deterioro de los vasos coronarios es un problema ciertamente difícil, pero de excepcional importancia, y cree necesario el examen exhaustivo del sistema cardiovascular en la selección inicial.

"Responses E.E.G. après Stimulation vestibulaire" (KOCH).

Considera en él el autor las ventajas que derivan del examen comparativo de los dos trazados, ya que en primer lugar esto permite la observación -paralela- de las manifestaciones bioeléctricas que acompañan a la actividad de las células centrales, con las que reproducen (a través del reflejo nistágmico) la función vestibular.

El estudio de los trazados de un primer grupo de sujetos le ha permitido evidenciar la existencia segura de zonas corticales vestibulares donde se efectuaría la selectiva per-

cepción sensorial del efecto de la velocidad angular y por consecuencia la sensación de los cambios de situación de nuestro cuerpo en los diversos planos del espacio.

En cuanto a las modificaciones E.E.G. en sujetos con clara sintomatología patológica cerebral -especialmente de tipo epiléptico-, después de la estimulación vestibular provocada, observa el autor ya desde el principio y en la gran mayoría de los casos en vez de un aumento de la actividad bioeléctrica cerebral una baja, por la acción inhibidora originada en las áreas nistagmógenas y óculomótricas.

"Estudio E.E.G. y Psicológico de una Unidad de Pilotos de Combate" (MOLDENHAUER y HERRERO ALDAMA).

Empiezan los autores haciendo una revisión bibliográfica del tema.

Valoran psicológicamente la eficiencia y rendimiento de la Unidad, los motivos de su selección y vocación. Investigan las características psicológicas comunes al grupo y las posibles diferencias con adultos de igual edad de profesiones también arriesgadas o sedentarias. Estudian asimismo, las diferencias psicológicas con los aspirantes a pilotos. Analizan E.E.G. las características comunes de la Unidad comparándolas con testigos de la misma edad y con aspirantes.

Estudian los grafoelementos basales y la reactividad funcional ante estímulos emotivos y sensoriales valiéndose la hiperventilación y la fotoestimulación intermitente.

En sus conclusiones y resultados buscan correlaciones positivas entre las cualidades psicológicas y los elementos eléctricos, discutiendo la importancia y utilidad

de los hallazgos y sus mecanismos psicológicos y neurofisiológicos.

"Utilization de l'electroencephalographie en Medicine Aeronautique" (BLANC, LAFONTAINE y LAPLANE).

Analizan 7.000 E.E.G. practicados a personal de reconocimiento d'Air France y encuentran un 35 % de trazados electricos perturbados, distinguen los trazados evolutivos de los estacionarios. Piensan que el E.E.G. facilita la detección de lesiones cerebrales orgánicas y de las epilepsias, que la comicialidad es poco frecuente, y que el E.E.G. es decisivo en la interpretación de las lesiones por traumatismo craneal. Creen que las perturbaciones eléctricas aisladas en los sujetos jóvenes desprovistos de antecedentes neurológicos están frecuentemente en relación con personalidades neuróticas, predispuestas a episodios depresivos o psicosomáticos. Consideran imprescindible la entrevista psicológica con estos sujetos, que aconsejará o no decidir la "aptitud controlada" con vigilancia periódica del trazado E.E.G.

Dicen que los criterios E.E.G. que nos suministra la Neurología no sirven tal como son a la Medicina Aeronáutica, sino que el E.E.G. debe ser integrado como un dato más del protocolo de estudio psicofisiológico global del individuo y que utilizado en esta perspectiva puede ser de gran interés.

"Causas de Descalificación de los Pilotos Españoles." (LUCAS, MERAYO, GOMEZ CABEZAS y ESTEBAN).

Su estudio nace de la revisión de más de 9.500 expedientes de reconocimiento, que comprende un periodo de 17 años en el C.I.M.A., que pertenecen a pilotos del Ejército del Aire, de Líneas Comerciales, Privados y Deportivos.

Los dividen en grupos de cinco en cinco años de edad

desde los 20 a los 60 años (ocho grupos en total).

Como causas de descalificación más frecuentes encuentran las visuales, cardiovasculares, psíquicas, respiratorias y mixtas. A partir de los 40 años aumenta el número de eliminados por causas cardiovasculares -aortitis, arritmia, infarto de miocardio-; respiratorias -bronquiectasias, bronquitis-; y por pérdidas auditivas. A partir de los 45 años aumenta el número de eliminados por problemas cardiovasculares y auditivos, alcanzando el número de eliminados hasta el 25 %. Finalmente, en el grupo de los 50 a 55 años y siguientes, aumenta aún más el número de eliminados que alcanza un porcentaje del 33 % siendo las causas de eliminación, por orden de mayor a menor frecuencia: las cardiovasculares, las visuales y las auditivas.

En las conclusiones señalan los autores que a partir de los 40 años debe insistirse en técnicas clínicas que hagan posible el diagnóstico precoz para despistar la posibilidad de que una falta de adaptación al stress de vuelo sea debida a una enfermedad orgánica incipiente, deben acortarse en su sentir los intervalos de reconocimiento a partir de los 50 años.

"Deficiencie Coronarie chez les Pilotes a cœur vieillissant" JASPERS (Holanda). Piensa el autor que es preciso admitir como patológicas las anomalías E.C.G. que aparecen después de la prueba de esfuerzo en los pilotos que sobrepasan los 50 años.

"Edad límite del Piloto Español". MERAYO, ESTEBAN y LUCAS.

Observan que el porcentaje de descalificación aumenta de un 3 % de los 35 a los 40 años, a un 33 % a los 50 años. Sugieren los autores que debería acortarse a partir de los 50 años la duración de la Licencia.

"L'E.E.G. dans la sélection du personnel navigant"
PUISTER (Holanda)

En él el autor, después de practicas estudio E.E.G. a 900 pilotos de transporte, opina que el trazado polirritmico sin dominante "alfa" o con bajo voltaje "sin alfa" es incompatible con la aptitud de piloto.

"Importancia del síndrome de hiperlaxitud del tejido conectivo en Medicina Aeronáutica."

En esta Comunicación, de la que es autor TOMAS ESCUE, se afirma por él mismo que la integridad anatomofuncional del sistema osteoarticular debe considerarse como un criterio más para la selección y entrenamiento del personal volante, y que la labilidad o minusvalía del sistema osteoarticular puede incapacitar para el vuelo. La hiperlaxitud de ligamentos no debe ser aceptada en los candidatos de vuelo.

"Recherches sur l'apreciation subjective du tems durant des experiences d'isolement de duree limites a un maximun de six heures" (STROLLO).

Estudia en ella el autor italiano el efecto del confinamiento solitario, agravado por la supresión de ciertas percepciones o de la motilidad. Pretende poner en evidencia las inadaptaciones a una nueva situación visual o motriz.

"Valoración de las sorderas del Piloto" (GOMEZ CABEZAS, LUCAS y MERAYO).

Se hace en esta Comunicación un resumen del efecto de los ruidos, fuente de trauma acústico en la aviación y medio de trabajo de la Industria Aeronáutica española, tipos de aviones y características de los ruidos. Parten de 958 historia clínicas pertenecientes a otros tantos navegantes observados periódicamente en la Sección de O.R.L.

del Centro de Investigación de Medicina Aeronáutica.

Agrupan a los mismos en: Pilotos Militares, Pilotos Civiles, Radios Comerciales y Mecánicos Comerciales, obteniendo los siguientes resultados:

a) Porcentaje de incidencia mayor en Radios (55,77%) y Mecánicos (35,52 %), que en Pilotos, y mayor en Pilotos Militares (25 %) que en Civiles (18 %), llamando la atención sobre la gran incidencia de casos entre Mecánicos y Radios con más de 10.000 horas de vuelo.

b) Poca relación del número de horas de vuelo con la intensidad de la pérdidas acústicas, contrastando con la mayor incidencia.

c) 25 % de unilateralidad, de mayor ocurrencia en O.I. (71 %), de dudosa interpretación.

d) Conveniencia, una vez descubiertas las pérdidas de valorar el riesgo y vigilar el posible progreso, tomando las medidas oportunas de tratamiento o separación del ambiente ruidoso, temporal o definitivamente.

Relacionadas con este primer tema se presentan además otras Comunicaciones, como: "Study of vocational interests of Air Line Pilot Candidates" (FISCHTBAUER and KIRSCH); "Empleo de microlentillas por el personal Volante" (ESTEBAN y MERAYO); "Trainee Pilot Selection" (O'QUIGLEY y NOLAN), y otras varias.

El 2º Tema se refiere a la Aeronavegación, Accidentes y Seguridad del vuelo.

La Ponencia es desarrollada por GARAIZABAL, con el título: "Accidentes de Aviación". Analiza en primer lugar el autor las causas de los accidentes y encuentra que son debidos:

a) A error del piloto, el 54 %, y de éstos:

- 2 % a inadecuada inspección pre-vuelo.
- 5 % a falta de preparación y planificación del vuelo.
- 7 % a olvido del combustible.
- 5 % a error de maniobra de despegue.
- 8 % a colisiones en el aire por falta de atención.
- 5 % a desconocimiento de los procedimientos de emergencia.
- 22 % a violación de las normas de vuelo sobre todo en la zona peligrosa de los reactores (cercana a pistas de aterrizaje)

b) Fallos de material, el 16 %, de los que el 12 % fueron considerados fallos de motor; 2 % se atribuyeron a mal formato del tren de aterrizaje, y el 2 % a fallo de sistema eléctrico.

c) Errores de otro personal, el 12 %, atribuible un 4 % al personal de mantenimiento; un 2 % al personal armero-artificiero -fallo de la catapulta del asiento-; 2 % a fallo de señalamiento de obstáculos y 4 % a fallo del personal instructor o supervisor.

d) Diversos factores, el 18 %, de los que son más probables:

Hipoxia o fallo de presurización ----	2 %
Choques contra tierra -----	6 %
Fuego en el avión remolcador del blanco por impacto de bala -----	2 %
Salto en paracaidas -----	3 %
Caída al poco de despegar -----	2 %
Fuegos y paradas de motor -----	3 %

Se refiere luego a la investigación del Médico, a la misión del mismo en el propio escenario, a la misión posterior, a los equipos de rescate y salvamento y a la actuación de los supervivientes después de un accidente aéreo. Finalmente, estudia las distintas lesiones producidas en los mismos con un especial aparte para los quemados.

Relacionada con el tema, POISVERT (Francia), presen-

ta una Comunicación sobre "Evacuaciones aéreas Sanitarias" de enfermos o heridos graves. En ella pasa revista a los distintos medios de evacuación, significando las ventajas inconvenientes, posibilidades e imposibilidades de empleo de cada uno, para concluir con que, actualmente los progresos terapéuticos y de técnicas médicas permiten el transporte a grandes distancias de enfermos y heridos graves en épocas anteriores intransportables, y que la existencia de un Centro médico regulador, trabajando en colaboración con el Ministerio de Sanidad y el Ejército del Aire, puede organizar racionalmente las evacuaciones, reservando al helicóptero la recogida y las regiones accidentadas (montaña y regiones costeras), a las ambulancias-automóviles los transportes en las ciudades o lugares próximos, y a los aviones las evacuaciones entre dos zonas urbanas de más de 100 kms.

CASSIE (R.A.F.) en una Comunicación al Congreso, dice, sobre "Detectación de la predisposición a accidentes", que ha encontrado más de 100 variables en los sujetos pre-dispuestos a provocar accidentes de aviación, teniendo en cuenta las informaciones obtenidas en el reconocimiento de admisión, y que cierto número de resultados parecen presentar un valor significativo desde el punto de vista estadístico.

GOORNEY (R.A.F.) estudia en su Comunicación "La investigación de los distintos factores desencadenantes de los accidentes aéreos por error del piloto", y piensa que deben analizarse como capaces de desatar conflictos psicológicos; el tipo de aparato, la edad del piloto, el estado de fatiga y los aspectos emocionales.

ESTEBAN, MERAYO y GOMEZ CABEZAS, llaman la atención sobre "Medidas de unificación en señalización aeronáutica" La idea les surge de diálogos-entrevista mantenidos con distintos pilotos en el C.I.M.A., los cuales refieren pe-

ligros de accidentes o motivos de accidentes por deficiencias a veces anecdóticas, pero sin duda trascendentales. Consisten en veinte notas en las que coinciden gran parte de los interesados y que hacen referencia a cosas tales como el color muy oscuro del tapizado de asientos y del panel, mal ajuste de estructuras de cabina, luces de cabina de alta intensidad, sequedad del ambiente de la cabina, color de los mapas, reflejos de luces, luces fluorescentes y ultravioleta en el panel, orientación del panel, distribución anárquica de los instrumentos, falta de protección contra el sol, falta de limpiaparabrisas eficaces, deslumbramiento por excesivo brillo del morro, defectuosa iluminación de pistas, vestimenta no reflectante o unificada de los señaleros, etc.

Plantean los autores la necesidad de adoptar medidas y señalizaciones comunes para todas las Compañías aéreas y Aeródromos internacionales.

RAWLINS (R.U.), refiere un caso de "Enfisema medias-tínico" que aparece en un joven de 18 años y hace un examen de casos semejantes de la literatura.

El Tercer Tema hace referencia a la Higiene, Nutrición, Farmacología y Medicina Legal del Vuelo, desarrollando ALVAREZ-SALA la Ponencia: "Higiene cardio-respiratoria del Piloto".

En ella comienza haciendo un resumen de los trastornos y procesos patológicos cardiorrespiratorios que origina el vuelo (Mal del Vuelo, síndrome de ascenso brusco, de descenso, de aceleración). Estudia luego, en Capítulo aparte y con abundante bibliografía:

a) La influencia del vuelo sobre las enfermedades pulmonares y cardiovasculares constituidas y expone su criterio de que debe prohibirse el vuelo a pasajeros con:

Tuberculosis pulmonar en fase de tisis terciaria evolutiva, asma bronquial en fase activa, enfisema pulmonar con marcado componente broncógeno, absceso de pulmón en fase activa, insuficiencia cardiaca de cualquier clase "cor pulmonare" crónico, pleuresía serofibrinosa activa, hipertensión arterial, aguda descompensada, y fibrosis pulmonar difusa.

b) El problema de la tensión arterial del piloto, empezando por enumerar los tipos de hipertensión:

1. Por alteraciones del área sensible aferente renal y de las vías renales (urológicas y nefrógenas).
2. Las debidas a alteraciones del área nerviosa que provocan isquemia (arteriosclerosis cerebral).
3. Enfermedades externas del área vascular (esclerosis arteriales extensas, arteriopatías difusas).
4. Alteraciones de los nervios aferentes (neuritis del nervio de CYON)
5. Hipertensión por enfermedades de los centros nerviosos (enfermedades neurológicas, encefalosis, etc.)
6. Enfermedades de los órganos endocrinos (Suprarrenalomas, hipertensión hipofisiaria del climaterio).
7. Hipertensión neurógena (hipertensión esencial).

Pasa, finalmente, revista a los factores diagnósticos de la misma.

c) El problema del síncope del Piloto y tipos angiolábiles en relación con la Selección del vuelo, estudiando la relación del síncope con la edad, las distintas maneras de originarse los síncope cardiovasculares, los mecanismos responsables del síncope de vuelo, los procedimientos habituales de provocar el síncope experimental, la repetición del síncope y el tipo vasolabil con tendencia

sincopal iterativa.

d) Las alteraciones E.C.G. del personal de vuelo y su crítica como medio de Selección, en cuyo apartado analiza una a una todas las modificaciones y concluye:

- 1º Es de aconsejar la obtención de un E.C.G. en todo el que acude a obtener la Licencia.
- 2º Que es evidente un 5 % de trastornos E.C.G. que no están en relación con ninguna anormalidad.
- 3º Que el criterio ha de ser muy riguroso para los aspirantes a ingreso, riguroso para pilotos militares o de líneas regulares, y tolerante en cuanto a Licencias de Pilotos privados.
- 4º Los trastornos gráficos benignos, de jóvenes que se influncian por las pruebas funcionales depresoras del tono vagal, no son causa de inutilidad, pero sí de vigilancia para confirmar su naturaleza funcional.
- 5º Los trastornos gráficos menos benignos no influenciados por las pruebas funcionales, que hacen considerar en serio su inutilidad y estricta vigilancia y tratamiento.

e) La exploración funcional respiratoria en la Selección del personal de Vuelo, en el que propone:

Anamnesis, exploración física del tórax, radioscopia, prueba de esfuerzo, estudio espirométrico, trazado espirográfico, mediciones de: la saturación de O_2 en sangre arterial (normal de 95 % en adelante), CO_2 total del plasma (normal 55 volum.), de la presión del CO_2 en sangre y en el alveolo (normal, 40 m.m. de Hg), del pH de la sangre (normal 7,41 - 7,43 %) y de los mismos valores tras el esfuerzo. Asimismo determinaciones del aire residual (valor normal alrededor de 1 litro y capacidad vital superior al 35-40 %). Obtención de placas broncográficas con contraste en casos sospechosos de ectasias bronquiales

f) Fisiología e Higiene de la respiración a hiper-

presión, en la que dice que el juego fisiológico y los trastornos fisiopatológicos en el organismo humano humano en respiración a hiperpresión se cumplen en: El alveolo pulmonar (mayor difusión de O_2 hacia la sangre y mayor saturación de Hb en aquélla), en el aparato respiratorio (aumento de volumen y de los diámetros medios, con consecuente aumento del aire de reserva) acrecentamiento de la ventilación pulmonar en un 25 a un 50 %, en el aparato circulatorio (aumento de la presión venosa de la pulmonar y grandes venas mediastínicas, dificultando el aflujo de sangre al corazón derecho, provocando éxtasis intensa en la circulación periférica y plasmodialisis progresiva).

Resume, finalmente, los consejos higiénicos para en caso de tener que recurrir a la respiración a hiperpresión.

1. Salud total previa y segura del piloto.
2. A ser posible determinar la facilidad de puesta en juego del mecanismo defensivo adrenérgico hipertensivo con la prueba de inyección de agua en las venas en gran cantidad y en gran velocidad.
3. Las hiperpresiones respiratorias deben ser moderadas (no más de $\frac{1}{2}$ hora a 15 m.m. de Hg., y de $\frac{1}{4}$ de hora a 23 m.m. de Hg.)
4. Es imprescindible la protección del tórax, abdomen y extremidades inferiores con compresión neumática (trajes, chaleco neumático, vendas en abdomen y extremidades inferiores).
5. La instauración de la respiración a hiperpresión debe ser lenta y paulatina a ser posible.

En relación con este tercer Tema, DELESCLUSE y PRINZ exponen sus experiencias en los "Controles de Laboratorio de las comidas congeladas llevadas a bordo de los aviones". Dicen que a causa de las intoxicaciones alimenticias debidas a artículos de consumo preparados en países de higiene mediocre, aconsejaron a la SABENA el servir alimentos

congelados almacenados y puestos a bordo según las necesidades y que son calentados en el momento de servirlos. Refieren los métodos de control higiénico de los mismos y concluyen que esta metódica ofrece las ventajas de disminución muy apreciable del riesgo de intoxicaciones alimenticias, que garantizan las propiedades gastronómicas debido a sus cualidades bacteriológicas normales, que existe un control permanente del buen funcionamiento de la cadena de frío y una higiene reforzada por el personal cualificado responsable cuyo trabajo es indirectamente controlado de manera constante.

CANTERO, LUCAS y NAVARRO constatan experimentalmente en el perro sometido a anoxia, la baja del glutatión total en sangre y la reducción de la relación glutatión oxidado: glutatión total, y estiman que la medida de la glutatíonemia puede ser de utilidad en Medicina Legal para afirmar si la muerte del aviador fue debida a la anoxia, y en caso de accidente, si la muerte se produjo por el trauma en sí o si el accidente ha podido tener relación con la hipoxia anterior.

En otro trabajo de los mismos autores se hace referencia a que el "Glutatión en sangre aumenta en la hiperoxia" y que no se modifica en hipotermia de 25°C, ya que su índice de Oxido-reducción permanece constante, tanto en hipoxia como en hiperoxia.

DVORAK, PIPAL, STVERAK y DOLEZAL, estudian en ocho sujetos de 18 a 27 años la "Resistencia a la hipoxia en estado de ayuno de cinco días" y observan que la glucemia desciende de 40 a 81 mgr. por 1000, y que a partir del tercer día de ayuno no se observan variaciones en la tolerancia a la hipoxia y cifra de glucemia.

HUSTIN se ocupa en su Comunicación de la "Organización de la vigilancia de la audición del personal navegante y de tierra de la SABENA". Estudia la evolución de las

pérdidas auditivas en el personal de tierra y navegante, afirma que la colaboración estrecha con los médicos de otras disciplinas ha permitido una disminución del número de lesiones acústicas y detención de la progresión, que es necesario reducir los traumas acústicos, y que es imprescindible el practicar exámenes periódicos para conseguir la detección precoz.

DOMINGUEZ, THADDEUS, DOMANSKI, FRANCK y TOWNSED (del Instituto de Patología de las F.A. de Washington) se ocupan de las "Investigación de aspectos toxicológicos en los accidentes de Aviación". Reunen una estadística de más de 2.000 muertos en accidentes de aviación. Exponen métodos de investigación toxicológica y la frecuente presencia de agentes de intoxicación, insisten en la conveniencia de investigar hipoxia, CO₂, drogas, alcohol, y en suma, un completo estudio toxicológico.

El tema 4º se refiere a la Fisiopatología del vuelo y Equipos del vuelo.

La Ponencia de dicho tema está desarrollada por GARCIA-CONDE, que la presenta con el título: "Mecanismos de las alteraciones morfológicas y funcionales en el sistema digestivo".

Empieza por significar que desde los estudios de RUFF y STRUGHOLD se sabe que el organismo humano no acusa nada la altura, de 3.000 a 5.000 metros aparecen las primeras manifestaciones expresión de la adaptación para aportar O₂ suficiente a los tejidos; contrarrestando la disminución de la presión parcial de O₂ con taquicardia, taquipnea, movilización y neoformación de eritrocitos, intensificación de la captación de O₂ a nivel de los tejidos, con mayor rapidez de la reducción de la Hb. e incremento de los fermentos respiratorios, particularmente del glutatión oxidado (aumento puesto en evidencia en los años 40 por FERNANDEZ CRUZ). A partir de los 5.000 metros

estos mecanismos de adaptación son insuficientes, apareciendo alteraciones diversas en distintos sistemas orgánicos.

Estudia detalladamente GARCIA-CONDE en su Ponencia los efectos de la hipoxia sobre los distintos órganos del aparato digestivo:

a) Glándulas salivales e hipoxidosis: Es evidente para él la disminución de la secreción salival y su aumento en el contenido de urea, que atribuye no a la disminución del aporte de O_2 , sino a causa neurógena.

b) Actividad gástrica e hipoxidosis: Describe, de acuerdo con la experiencia en perros de KRUGLI y en seres humanos de MALLISON, una lentificación de la evacuación gástrica e inhibición en la motricidad así como una evidente disminución de la secreción gástrica comprobada en Cámara de Baja Presión por MALLISON que constata asimismo reducción de ClH libre, pero que puede verse compensada según estudios de DANHOF y STEGGERDA por la distensión gaseosa del estómago con la altura (capaz por sí de provocar hipersecreción), que según GROSSMANN se desencadenaría por liberación de gastrina consecutiva a un reflejo vagal, y que se llega a la formación de úlceras por trastorno trófico de la mucosa.

c) Actividad enteral e hipoxidosis: Los hechos demuestran que es evidente una reducción de la actividad motora intestinal y una incordinación funcional de las fibras musculares longitudinales. La actividad secretora no se ve alterada en perros en Cámara de Baja Presión a 6.000 metros, y disminuye a 9.000 metros, y describe que CHASE encuentra reducción de la cantidad de jugo y de los fermentos amilasa y erepsina, al lado de un aumento de bicarbonato para compensar la alcalosis de la altura.

En cuanto a la absorción intestinal no es partida-

rio de la opinión de NOTHUP, VAN LIERE y SLEETH, de que no hay modificaciones y sí, de la de ALVAREZ, que se inclina por una reducción.

d) Estructura y actividad funcional del hígado en hipoxidosis.

Para él, se da un incremento de aporte de sangre en cuanto ésta disminuye su proporción de O_2 , y la diferencia en aporte de O_2 , produce necrosis pronta de la células nobles del hígado, lesiones de carácter evolutivo, según demuestran GRANDPIERRE y GROGNOT, en el hepatocito de perros y cobayas. En el tejido intersticial, se produciría vasodilatación y resalte del núcleo de las células de KUPHER que contienen en su interior granulaciones sudanófilas, lesiones, por otra parte, confirmadas en hígados de aviadores muertos en anoxia brusca entre 7.000 y 9.000 metros.

Describe, asimismo, un incremento de la hiperbilirrubinemia en relación con la intensidad de la hipoxia y de la policitemia subsiguiente, una reducción en el poder excretor de la bilis y una hiperglucemia inicial, que da paso a hipoglucemia en las fases finales de la anoxia. Piensa que la hiperglucemia iría paralela a la reducción del glucógeno hepático y la hipoglucemia sería consecuente con el agotamiento de sus reservas, lo que sería expresivo de la defectuosa utilización de la glucosa ante el deficiente aporte de O_2 .

Se produciría en circunstancias de hipoxidosis un incremento del ácido úrico, aminoácidos y N restante en sangre e hígado, expresivo de la defectuosa utilización e insuficiente excreción por hígado y riñón respectivamente. Asimismo, una moderada disproteinemia consistente en reducción en reducción de albúmina e incremento de globulinas, conservándose normales las pruebas de floculación y el G.P.T. y G.O.T.

e) Tubo digestivo e hipopresión atmosférica.

Es evidente el incremento de las cámaras gaseosas y consecuente desplazamiento del ~~diafragma~~ que hace disminuir la capacidad vital respiratoria, el intenso meteorismo y los posibles cólicos abdominales.

f) Reflejos digestivo-cardiales:

Dice que la distensión del esófago y vesícula biliar provoca reflejos viscero-vasculares de hipertensión de los vasos coronarios, motivo de los accidentes coronarios y simples cardiacos que se han observado durante vuelos de pacientes afectos de fermentaciones cólicas.

g) Factores psicógenos y aparato digestivo en vuelo:

Refiere la frecuente presencia de dispepsias gástricas y brotes ulcerosos, en sujetos sometidos a vuelos de responsabilidad. Destaca que las manifestaciones orgánicas de la fatiga de vuelo obedecen en gran número a los "Stressres" psicógenos que, por vía córtico-hipotálamo-hipofiso-suprarrenal desencadenan trastornos diversos, entre ellos, manifestaciones dispépticas, y describe el trabajo del aviador belga Conde MONCEAU DE BERGENDAL que da a conocer sus vivencias de piloto de caza que se halla sometido a los siguientes factores: mental, espera, moral y físico, factores que integrarían una constelación causal que, por el mecanismo descrito, determinaría, entre otras manifestaciones, trastornos gastrointestinales. Añade, asimismo, para concluir, que EVRARD ordena las alteraciones de fatiga de vuelo siguiendo la sistemática de Selye, de la siguiente forma:

- 1º. Periodo de alarma: con hipotensión, taquicardia, depresión nerviosa e hipoglucemia, a la que hay que añadir las manifestaciones dispépticas.
- 2º. Periodo de resistencia: con hiperglucemia e hipercloremia.

- 3º. Periodo de agotamiento: Con reducción de la glucemia, cloruros y presión sanguínea, y presentación eventual de ulceraciones gástricas.

STRUMZA y STRUMZA-POUTONNET se refieren en su Comunicación al "Reflejo cardio-moderador y baja oxigenación" que exploran en el perro cloralizado.

Durante la fase inicial con taquicardia, hipertensión y polipnea, la estimulación eléctrica del nervio de Hering como la del cabo periférico del X par seccionado en el cuello, entraña como en el normal un parada cardíaca seguida de extrasístoles o una simple bradicardia.

Durante la apnea primaria anóxica la estimulación del nervio de Hering resulta ineficaz, mientras que la del neumogástrico entraña síncope seguido de extrasístoles, mientras la bradicardia es moderada con gobierno nodal, o permanece ineficaz si la bradicardia es intensa con gobierno infranodal.

Durante el restablecimiento de la respiración agónica, con taquicardia sinusal, la estimulación del nervio de Hering, no provoca enlentecimiento cardíaco, mientras que la estimulación del cabo periférico del neumogástrico es siempre cardio-moderatriz.

En caso de reoxigenación durante la taquicardia paroxística, las estimulaciones reflejas y directas de los cardiomoderadores vuelven a ser eficaces.

Así, pues, el reflejo cardiomoderador de origen senocarotídeo es interrumpido por la baja oxigenación, mientras que las neuronas vagales son excitadas durante la apnea primaria anóxica y pierden su actividad con el aumento de la baja de oxigenación, durante la instauración de la respiración agónica. Los nervios neumogástricos conducirían los influjos inhibidores hasta la parada cardíaca anóxica.

ESTEBAN, MERAYO y MOLDENHAUER se ocupan de la "miopía adquirida del aviador". Exponen su extrañeza sobre el gran porcentaje de miopía del aviador descrito por autores extranjeros, lo que creen sea debido a una aceptación de ellos de candidatos con discretos grados de miopía. Se plantean luego el interrogante de la etiología de la miopía del aviador, dudando de la explicación del esfuerzo repetido de acomodación, y piensan pueda ser el motivo el reiterado insulto de las radiaciones espaciales, principalmente ionizantes, infrarrojas, ultravioletas y hasta cósmicas.

TABUSSE y PANNIER, de las "Causas de malestar en vuelo y pérdidas de conciencia". Las consideran numerosas y dan importancia fundamental al terreno psíquico y somático. Creen que lo más frecuentemente, el malestar es la expresión de un desequilibrio psicológico donde el cuadro viene dado por manifestaciones sensoriales y sensitivas (trastornos visuales y auditivos, parestesias de las extremidades de los miembros, etc.) En cuanto a la causa determinante de la pérdida de conciencia, consideran los factores descritos tradicionalmente: alteración de las facultades intelectuales, ansiedad, astenia, los propios trastornos sensoriales y parestesias. Los factores se agruparían, para ellos en dos grandes categorías:

- a) Factores aeronáuticos: Hipoxia, depresión barométrica, aceleraciones, mal de altura, calor.
- b) Factores humanos: Afecciones cardiovasculares, digestivas, nerviosas y sensoriales, fatiga y otros estados fisiopatológicos, como hipoglucemia, hiperventilación, hipocalcemia, neurosis y distonías neurovegetativas, insistiendo en la importancia del desfallecimiento psíquico.

Concluyen que la decisión médico-aeronáutica tomada, a la vista de tales accidentes de vuelo, depende de numerosos factores y que cada caso debe ser juzgado con un contexto clínico, biológico, psicológico y humano.

Respecto a la profilaxis, insisten en la protección del personal navegante de los factores nocivos del vuelo, y en descubrir las anomalías -corrientemente discretas- tanto psíquicas como somáticas y funcionales que pueden ser preludio de un accidente en vuelo.

GOMEZ CABEZAS, de la "Evolución de las sorderas de los aviadores". El protocolo de su estudio lo comprenden 958 historias clínicas de profesionales de vuelo, reconocidos en el C.I.M.A., pertenecientes a pilotos civiles, militares, mecánicos y radios, todos con más de 1.500 horas de vuelo. Entre las historias selecciona aquéllas pertenecientes a sujetos que acusan pérdida de agudeza auditiva con percepción de la voz cuchicheada, obteniendo las siguientes conclusiones:

- a) Encuentra 44 casos de pérdida de audición en zona de voz hablada, fallos en la percepción de fonemas y de la voz cuchicheada, que hacen el 4 % del total, lo que traducido a porcentajes por grupos supone:
 - 4,37 % de los pilotos militares.
 - 2,18 % de los civiles.
 - 13,46 % de los radio-operadores de a bordo, y
 - 7,85 % de los mecánicos.
- b) La frecuente observación de casos de progresión lenta pero constante del defecto auditivo.
- c) Deducción de que las pérdidas importantes de la audición aparecen antes en los pilotos (militares y civiles) que en mecánicos y radios; sólo en tres radios de catorce y ningún mecánico antes de las 10.000 horas de vuelo.
- d) Que debido a lo poco evidente de la amenaza (por no afectar en la primera fase a la zona de percepción de la voz hablada), al largo plazo de la progresión del daño que se instaura solapadamente, y al problema moral y económico que plantea al profesional, hay tendencia, por parte de él, a resistirse al reconocimiento del peligro y, por parte de las Compañías aéreas, a protegerles ya que tienen en ellos a profesionales maduros y expertos, cumplidores a la perfección de su cometido.

- e) Cree el autor que debe actuarse en el sentido de que estos profesionales tengan cubierto el riesgo de merma de la moral profesional y trastorno de su economía, para evitar la incidencia repetida de los agentes traumatizantes antes que las lesiones sean irreparables y muy principalmente encaminar el esfuerzo supremo a reducir en lo posible el nivel de ruido hasta por debajo de 90 db.
- f) Es de su opinión que las operaciones otorrinolaringológicas, de trepanación ático-mastoidea, fenestración y movilización de estribo deben excluir a los candidatos e impedir sean renovadas las Licencias, ya que está por un lado la mayor vulnerabilidad de la coclea cuando se precinde de la protección asículo-muscular de la transmisión, y en todo caso las alteraciones hísticas locales por agresión directa o disfuncionalismo neurovegetativo con repercusión sobre ambos laberintos (anterior y posterior).

SLIOSBERG lo hace de los "Dolores vertebrales en los pilotos de helicópteros. Analiza las causas etiológicas, la profilaxis y el tratamiento. Parte de una encuesta realizada a 128 pilotos de helicópteros entre los que encuentra un 87,5 % de afectos de dolores vertebrales. De ellos, 35 afectos de dolores cervicales; 54 de dorsalgias y 96 de lumbalgias (75 %) Analiza las que cree dos causas esenciales de su producción: la mala posición y las vibraciones, y apunta soluciones.

DELAHAYE, PANNIER y TABUSSE, de la "Lumbalgias del personal navegante". Las conclusiones de su Comunicación y el resumen es el siguiente:

El personal navegante militar presenta lumbalgias de causa variada, entre las más refuentes las postraumáticas que aparecen después de periodos de tiempo más o menos largos del accidente -golpes, descensos en paracaídas o propulsiones de emergencia- y están en gran parte en relación con lesiones discuales. Insisten en la frecuente insuficiencia muscular perivertebral.

Una segunda variedad de lumbalgias es la observada en pilotos de más de 40 años y que no difiere claramente de la que se presenta en no pilotos.

Una tercera variedad son las lumbalgias de la postura, observable principalmente en pilotos de helicópteros.

Insisten en el valor de la Kiniseterapia y en la necesidad de enseñar al personal navegante la práctica de gimnasia correctiva.

VOLEK estudió también los "Efectos del vuelo sobre la columna vertebral" del personal navegante y compara los aviadores alumnos con los pilotos profesionales. Constata que los pilotos sufren en la región lumbosacra alteraciones degenerativas vertebrales más frecuentes que otras personas.

En los paracaidistas son las más expuestas, las vertebrales cervicales inferiores, y en los pilotos y paracaidistas se manifiestan los signos de artrosis más precozmente que en el resto de la población. Piensa VOLKE que los sujetos portadores de desviaciones vertebrales no deben ser admitidos como personal navegante, por lo que juzga necesario el examen radiológico vertebral en el reconocimiento de selección de dicho personal.

CALATRAVA presenta una Comunicación sobre "Aerodontalgias". En ella hace historia del fenómeno que, en su experiencia personal, remonta a la asistencia a pilotos de la División Azul en Rusia y que pensó, en principio, pudiera ser debida al frío ambiente; hace después citas a su estudio por Drefus y Armstrong y Huber. Se refiere luego al diagnóstico, a los factores ambientales -temperatura, aceleraciones, cambios vasculares, presencia de burbujas de N- para terminar con su interpretación personal de que en su desencadenamiento intervienen dos clases de factores: los predisponentes de grandes y profundas obturaciones metálicas en dientes con lesiones pulpares y los desencadenantes de reducción de la presión barométrica y fundamentalmente de la anoxia local del teji-

do pulpar, ya sea anóxica, histotóxica o ectásica.

MERCIER y LAFONTAINE se refieren a los "Problemas oftalmológicos sufridos por el vuelo a MACH-2". Dicen que el aumento de velocidad disminuye considerablemente el tiempo de reacción y se hace obligado el empleo de medios auxiliares de información. El papel de la visión adquiere capital importancia y se han de poner en juego todos los medios para protegerla. Desgraciadamente la lentitud relativa de nuestras reacciones sensorio-psicomotrices hacen correr el riesgo de ver al hombre rebasado por la máquina.

Significan que hace falta tener en cuenta: la posible influencia sobre la visión de las ondas de choque y de la elevación de la temperatura debida al calentamiento aerodinámico, que la miopía espacial aumentará los riesgos de colisión, y que las aceleraciones serán más importantes que los ascensos y descensos más rápidos.

MUÑOZ-CARDONA, CANTERO, FRAILE y LUCAS estudian en perros la "Resistencia a la hipoxia en hipotermia", y observan cómo la hipotermia protege al animal hipóxico contra los efectos de la privación de O_2 , haciendo aumentar su utilización por tener menor necesidad de él, debido al enlentamiento metabólico del organismo hipotérmico. Concluyen que la hipotermia es un método seguro para prevenir la hipoxia por enlentecimiento de O_2 .

FRAILE, CANTERO, MOREJON, UBEDA y LUCAS, estudian asimismo en perros el "Transporte de CO_2 en hipotermia" y concluyen en que en la misma, al menor consumo de O_2 acompaña una menor producción de CO_2 , que el CO_2 ofrecido a la sangre eleva poco la presión parcial de CO_2 por lo que asciende al principio el PCO_2 , y que desde $23^{\circ}C$ hacia abajo la Oxihemoglobina no se disocia o lo hace en pequeña proporción y los tejidos, a pesar de su bajo metabolismo, están en deuda de O_2 . El recalentamiento hace que la oxi-

hemoglobina libere más O_2 que cubre la deuda del mismo a los tejidos y como consecuencia se determina la producción de gran cantidad de CO_2 .

GARCIA GONZALEZ, LUCAS, CANTERO, NAVARRO y VILLARES, estudian las "Transaminasas en hipoxia experimental", encontrando una elevación de las mismas que depende del grado de hipoxia y del número de horas a que se somete a la misma al animal. Significan que esta prueba es la que más pone de manifiesto la alteración hepática, y que en las transaminasas la que más se eleva, es la S.G.O.T., indicativo de que, aparte de la alteración del parenquima hepático, se produce anoxia cardíaca.

MAZELLA y ANGELIS, estudian en 20 candidatos a pilotos, sometidos a depresión simulada de 5.500 metros, en periodos de 30 minutos, la leucosedimentación por el proceder de Storti y la eritrosedimentación por el de Westergreen. Las diferencias, según sus resultados no son significativas estadísticamente para el tiempo y la altitud considerados por ellos.

FRAILE, LUCAS, VELAMAZAN, MOREJON y VILLARES, se refieren a la "Reserva alcalina y pH en la sangre del perro respirando gases a distintas proporciones y temperaturas variables" y concluyen que respirando una mezcla de 10 % de O_2 y 90 % de N, la saturación arterial es más elevada a temperatura normal que en hipotermia, que el descenso de pH es aproximadamente igual con los dos métodos, que la PCO_2 es alta en hipotermia y desciende notablemente a temperatura normal. La reserva alcalina observan que está elevada en hipotermia y que desciende a la temperatura normal. Observan el equilibrio ácido-base en hipotermia, desplazado hacia la zona de acidosis respiratoria, y no comprueban el efecto protector de la hipotermia cuando va asociada a un estado de hipoxia relativa.

CANTERO, NAVARRO, LUCAS y VILLARES, estudian el "Ionograma sanguíneo en hipotermia e hipoxia", sacando las siguientes conclusiones:

La hipotermia y la hipoxia crean en la primera fase una disminución de los aniones y cationes Cl, Na, K, Ca y una elevación del pH.

Dichos valores se modifican por recalentamiento sin llegar a la línea basal, experimentando una elevación el Ca, Cl, Na y K, y disminuyendo claramente el Ph.

Relacionadas con el Tema se presentan otras Comunicaciones, sobre "Disnea en las neurosis de los aviadores" (PONS); "Resistencias ventilatorias en Biología Aeronáutica (JACQUEMIN, VARENE y COLIN); "Miedo del aviador de guerra" (ARRIBAS MATA); "Acido láctico en hipoxia, hiperoxia e hipotermia experimental (VELAMAZAN, NAVARRO, VILLARES y LUCAS); "Fósforo y fosfatasas en hipoxia e hipotermia (NAVARRO, VILLARES, CANTERO y LUCAS), y otras más.

El 5º Tema se refiere a los Problemas actuales y porvenir de la Medicina Espacial.

FERNANDEZ CRUZ es el encargado de desarrollar la Ponencia correspondiente al Tema, y lo hace con el título: "Problemas Clínicos y Fisiopatológicos que se plantean en la Medicina Cosmonáutica y Espacial".

Comienza haciendo un planteamiento general. Expone que el vuelo desde sus comienzos planteó, desde el punto de vista médico, problemas de alteraciones de la presión atmosférica con su proyección en el disbarismo, alteraciones de la tensión parcial del O₂, cambios de presión del despegue y aterrizaje, cinetosis, aeronausia, problemas de aceleración y desaceleración, problemas de ruidos y vibraciones, desórdenes emotivos -por la preocupación del vuelo, tensiones de esfuerzo, cambios cli-

máticos y de horario-. Dice que todos estos ingredientes son constitutivos de un factor de "stress" que promueve en el hombre una regulación adaptativa denominada Síndrome de Adaptación, que la adaptación es promovida de los 2.500 a 3.000 metros en el umbral o zona de reacción, o zona de compensación completa. Añade que a los 4.000 metros está el "Umbral alterativo", que entre los 5.000 y 8.000, es la zona del "Umbral crítico", y ya en los 8.000, se encuentra la zona de "Destrucción o aniquilamiento".

A continuación significa que en la actual aeronáutica el despegue de los aviones a reacción plantea problemas de disbarismos, ya que debido a la gran velocidad la descompresión en el interior de la cabina tiene lugar de 10 a 100 metros por minutos (de 8 a 12 m.m./minuto). A la actual aviación supersónica se han añadido nuevos factores de perturbación: cambios bruscos de clima, caída brusca de inmunidad frente a ciertos agentes víricos y bacterianos, alteraciones fisiológicas día-noche, con alteración de la diuresis, de la natriuresis, de la excreción y metabolismo del K y producción de edemas.

Pasa luego a considerar la Medicina Aeroespacial. El nuevo nicho ecológico: Dice que la Medicina Aeroespacial no es como la Aeronáutica una Medicina de umbral y límite crítico, ya que desde el primer momento el hombre se sitúa en un ambiente que rebasa polidimensionalmente sus capacidades homeostáticas y de mantenimiento de sus propios equilibrios, en su virtud incompatible con el inminente proceso vital.

La Medicina Aeroespacial ha de contar apriorísticamente con que el hombre, situado en la órbita y en el espacio cósmico, cuenta con un "Climat" en el que están presentes: tensión gaseosa, coeficiente proporcional terminal de O_2 , concentraciones de Ozono, N, grado de humedad

y temperatura del ambiente, contando asimismo, con la capacidad de retirada de los gases expulsados por la respiración, alcanzando su superlativa eficacia en la llamada homostasis de Asby que crea alrededor del cosmonauta unas constantes ambientales reguladas como la homeostasis interna y que esta homeostasis desde fuera es un principio teórico necesario del que hay que partir para todo vuelo espacial.

Significa asimismo que en todo caso, pese al "Habitat" artificial, el vuelo astronáutico solicita también una cosmo-adaptación que pone en juego mecanismo reguladores y de contra regulación del organismo en el que participa físicamente el S.N.C. y Veget., el síntoma de emergencia de las normonas adaptativas hipofisarias y cortico-suprarrenales, y los sistemas de acoplamiento circulatorio respiratorio y renal. Insiste en que las garantías biotológicas han de ser estimadas en sentido de rendimiento ante el "stress", que las cualidades psicológicas y configuración psicósomática han de tenerse muy en cuenta, ya que el sujeto va a vivir en ambiente de aislamiento (factor de enfermedad por sí mismo), que a la salida del cosmonauta desde la tierra al campo agravitatorio y al reingreso ha de vencer graves problemas de aceleración y deceleración, ya que el vuelo orbital se configura en una órbita de 200 a 250 kms. alrededor de la tierra, siendo el satélite acelerado a una velocidad aproximada de 8 kms./segundo, lo que requiere una constante de aceleración de 828 G/segundo, y que como la velocidad de escape del satélite de la tierra es de 11 kms./segundo (1.152 G segundo, se estima como constante de aceleración para alcanzar esta velocidad).

Recuerda que los trabajos de GAUER y RUFF señalaban desde 1939 que el sujeto humano resistía hasta 11 G durante 3 minutos en posición de supinación; los de BONDURANT

y CLARKE, que la mayor tolerancia se obtiene con el sujeto echado en la dirección de la aceleración formando un ángulo de 65 a 70°, elevando las rodillas sobre los muslos y recibiendo las fuerzas relativas perpendicular al tronco en una posición anti G.

Hace mención a que aparece en astronáutica un principio físico muy favorecedor para el tránsito del hombre de la tierra a la órbita y es que la aceleración está en razón inversa de su magnitud, que la duración de la aceleración es tanto más breve cuanto mayor es la aceleración, y como el peligro de acción está en relación directa con la intensidad y tiempo de aplicación, las formidables velocidades balísticas hacen que las aceleraciones (de 7 a 10 G) se produzcan durante un tiempo muy corto de segundos haciendo compatible el escape a la zona gravitatoria.

Habla luego del síndrome de la ingravidez, de que la gravedad tiene una acción pervasiva que no disminuye en el interior de los tejidos. Hace referencia a los distintos mecanorreceptores (otolitos), sesorreflectores y dice que la gravedad actúa sobre dichos mecanorreceptores y ciertos dispositivos que se encuentran en el peritoneo capaces de percibir el estímulo gravitacional en conexión con el S.N. autónomo.

Analiza luego los problemas dentro de la cápsula en cuanto a aclimatación, retirada automática del aire expirado, reingreso, vibraciones y calor exterior, suministro de O₂. Continúa luego con los problemas intrínsecos del espacio, del espacio ambiente vacío, sólo 5 partículas de gas por c.c. (de las que la mayoría son de H, pero también N, O₂ y Na), la ionización por acción de los rayos ultravioleta de origen solar emisor de gran cantidad de electrones, el plasma del espacio (cargas gaseosas y material con carga eléctrica), la tercera velocidad astronáutica

(velocidad de escape de la gravesfera al mundo interestelar) con sus nuevos problemas de radiaciones y cargas de energía (radiaciones cósmicas, protones solares, plasma interplanetario, radiaciones corpusculares geomagnéticas atrapadas, etc.)

Concluye significando a modo de resumen que el síndrome de la cosmoadaptación se diferencia del de la aeroadaptación en que el hombre se somete a un tipo de relación con factores con los que el organismo no ha estado nunca en contacto:

- a) Falta de gravedad.
- b) Falta de estímulos sensoriales, propioceptivos y exteroceptivos.
- c) Ausencia de ruidos y de luz.
- d) Aislamiento.
- e) Radiaciones cósmicas y partículas con alta carga de energía.
- f) Velocidades cuya función pervasiva se desconocen.
- g) Aceleraciones y deceleraciones de efectos desconocidos sobre la íntimas ultraestructuras y sistemas biofísicos y encimáticos.
- h) La cosmoadaptación como factor de stress en los sistemas adaptativos (N.C., vegetativo, hormonal y encimático).
- i) Desconocimiento de los resultados de la contrarregulación al tiempo cero circulatorio de interpolación.

Añade que hay tres principios favorecedores de la gran aventura cósmica de la que, por otra parte, no se tienen indicios de respuesta lesional:

1. Que la aceleración está en función inversa de la magnitud.
2. El principio de la acción y de la reacción, tercera Ley de Newton, que favorece la vida y movimiento del cosmonauta en la aeronave.
3. El de que se mantengan las funciones hemodinámicas, respiratorias y tónicas musculares en

un campo agravitatorio.

BIGET hace una exposición sobre el "Estudio analítico de los sistemas regeneradores de O_2 en cabinas espaciales", y plantea en primer lugar, la necesidad de mantener la presión parcial del O_2 a un nivel superior de 80 m.m. de Hg. y el del gas carbónico a un nivel inferior a 7 m.m. de Hg.

Estudia:

- a) El aprovechamiento parcial del gas carbónico y del vapor de agua en la cabina espacial para alimentar los aparatos regeneradores.
- b) El retorno al ciclo del gas carbónico y del vapor de agua.

Examina los diferentes modos de regeneración posibles, sea por vía física, química o biológica, y lo hace en función de imperativos de peso, dificultades y duración de la misión.

Señala, finalmente, su acuerdo con los autores que consideran que los sistemas regeneradores, químicos o físico-químicos son de más fácil realización que los sistemas biológicos. Llama la atención sobre un punto que hasta entonces permanecía sin contestación y que considera importante: el empobrecimiento del sistema ecológico en carbono a causa del empleo de ciclos químicos de regeneración. A partir del momento donde un elemento, y no de los de menor importancia, es rechazado sistemáticamente del medio no se puede razonablemente hablar de ciclos ecológicos cerrados.

En opinión de FERNANDEZ CRUZ esto no significa que el problema sea insoluble; a su modo de ver estas investigaciones conducen siempre a progresos científicos tangibles, y cita cómo en 1961 KUBIAK, REST y BAUBENEK imagina-

ron un mecanismo robot que permite apreciar las cualidades y seguridad de no importa qué sistema respiratorio cerrado.

GRANDPIERRE y colaboradores exponen el resultado del estudio de las "Reacciones eléctricas cerebrales en ratas blancas "Wistar" sometidas a cortos periodos de ingravidez -en aviones y trayectorias parabólicas-". Registraron su ritmo cardiaco y respiratorio, la actividad eléctrica de los músculos de la nuca, y al mismo tiempo, las corrientes de acción de la corteza cerebral y de la sustancia reticular mesencefálica. La gravedad nula la obtienen en el curso de 4 o 6 periodos que varían de 23 a 45 segundos de duración para cada animal (8 en total).

Los resultados revelan pocas modificaciones en la actividad eléctrica de las zonas interrogadas, si bien encuentran modificaciones individuales importantes que pueden llegar hasta la aparición de marcadas ondas lentas y amplias en puntos difásicos del sistema cortical. Intentan interpretar sus resultados y sacar conclusiones teóricas y prácticas.

BARCELO se ocupa de los "Peligros espaciales para el organismo humano". Estudia la fuerza gravitatoria, los efectos a largo plazo de la ausencia de gravedad y los obstáculos del alto espacio, para terminar con un resumen de los problemas médicos en las operaciones espaciales: climatización de la cabina, protección de la cabina contra radiaciones y meteoritos, problemas psicológicos de los sistemas cerrados, problemas del movimiento en el espacio, óptica espacial, ciclo fisiológico día-noche, telemetría de los datos fisiológicos y toxicidad de los combustibles para cohetes.

IMUS (U.S.A.) se ocupa de los "Factores psicológicos del viaje espacial". Analiza la motivación del esta-

do de ánimo, la personalidad, el tedio y la fatiga, aislamiento y privación del sensorio, y la ansiedad. Concluye en la necesidad de selección de los cosmonautas que han de reunir determinadas exigencias. El control del estado de ánimo, del tedio y de la fatiga, de la reducción de sensaciones, del aislamiento, la disminución de la ansiedad, son importantes factores que merecen especial consideración.

BERGSTEDT estudia las pruebas vestibulares calóricas en la centrífuga humana y constata la ausencia del nistagmus en ingravidez.

LOMONACO, SCANO y MEINERI comunican sus observaciones fisiológicas sobre la "Motilidad del hombre aligerado de peso" y afirman que el peso mínimo necesario para permitir la deambulación es de 1/20 del peso corporal, y que al practicar test de deambulación a velocidades medias de aproximadamente 1 m/s. con valores de peso diferentes han podido registrar el dispendio energético y constatar un aumento de un 34 % de O_2 aproximadamente en la deambulación con disminución de peso corporal en comparación a la normal.

Mas o menos relacionadas con los temas analizados se presentan otras Comunicaciones de las que reseñamos, por su especial relación con la Historia Médico-Aeronáutica:

"Historia de la aportación Española a la Medicina Aeronáutica y Cosmonáutica" (NIETO BOQUE).

"Les recherches les plus recentes accomplies en Italie dans le domaine de la Medecine Aeronautique et Spatiale" (LOMONACO).

"The face of aerospace Medicine in 1962" (BEDWELL).

"Aerospace Barriers, past, present and future" (CAMP-BELL).

Merece, asimismo, destacar la proyección de: una película presentada por BECKH y realizada en Holloman (USA) consagrada a las investigaciones médicas aerospaciales, otra realizada en el Centro de E.I. de Medicina Aeronáutica de París, referente a estudios fisiológicos practicados en el cohete "Veronique", finalmente, otra de BEMELMANS que muestra la enseñanza de prácticas de salvamento al personal navegante comercial.

El total de las Ponencias y Comunicaciones del Congreso es publicado en un libro de 630 páginas.

Con esta importante aportación a la Historia de la Medicina Aeronáutica Universal a través del XI Congreso Internacional, celebrado en España, y en el que tomamos parte activa, damos por culminado nuestro trabajo.

VIII CONCLUSIONES

PRIMERA. Falta en la Literatura Médica española y en la mundial un Estudio universal de la evolución de la Medicina Aeronáutica, que podría ser base firme de común entendimiento y estímulo de mayor atención a una temática que ha alcanzado especial interés y promete seguir siendo trascendente.

SEGUNDA. Es evidentemente clara la dependencia del pensamiento médico-aeronáutico con la evolución de la aviación, y se asocia al comienzo de la Medicina Aeronáutica con las ascensiones en globo y permanencia a alturas de la atmósfera conflictivas para la fisiología del individuo, no pudiendo silenciarse el que situaciones semejantes ya se habían presentado en las ascensiones a altas montañas.

TERCERA. La evolución de la Aeronáutica exige cada vez una más íntima colaboración de la Medicina Aeronáutica, que se convierte en rama especializada de la Medicina que se desarrolla bajo la atosigante exigencia de un progreso galopante sin el que el avance técnico del vuelo quedaría detenido.

CUARTA. Gracias a la Medicina Aeronáutica se han podido conocer las reacciones fisiológicas a las diferentes condiciones del vuelo, las lesiones provocadas por posibles contingencias del mismo, y los fenómenos que traducen la adaptación o falta de adaptación del individuo al medio aéreo, así como tener conciencia de la aptitud psicofísica del personal de vuelo.

QUINTA. El interés didáctico de la Historia es innegable. Los logros de nuestra época se erigen sobre cimentadas consecuciones de generaciones pasadas. La realidad del vuelo, del hombre, es la objetivación de un antiguo sueño y anhelo de la Humanidad plasmada ya en la leyenda griega y en el diseño de aparatos voladores por Leonardo da Vinci.

SEXTA. Puede darse la fecha de 1590 como la del nacimiento de la Medicina Aérea Experimental, fecha que se corresponde con la publicación de la Historia Natural y Moral de las Indias, del Jesuita español P. José de ACOSTA. En ella se ocupa del "aire de los lugares elevados" y, a través de un magnífico texto escrito con prolijidad de detalles y felices intuiciones referentes a las auténticas causas, hace un minucioso relato del "Mal de Montaña", desechando hipótesis equivocadas.

SEPTIMA. Los experimentos de TORRICELLI, que le permiten determinar la presión barométrica y las consecuencias del vacío sobre la vida de los animales; los de PASCAL, sobre la densidad del aire y su disminución con la altura; los de OTTO GUERICKE, con grupos de animales en cámaras de vacío creado con la máquina neumática por él inventada en 1654; los de ROBER BOYLE en años posteriores, sobre peso, elasticidad, compresión y papel del aire en la combustión; los del mismo autor relativos a la cuantía de gases disueltos en sangre y tendencia a escaparse de la misma en atmósferas enrarecidas; los de BO-

RELLI, en el mismo sentido, los de CIGNA; los de MUS-SCHEMBROECK sobre aeroembolismo; los de los franceses BOUGER y La CONDOMINE y los del español ULLOA, que relatan los síntomas de los escaladores y de los que permanecen en estancia duradera en la cordillera de los Andes, y que atribuye ULLOA a rarefacción del aire; el descubrimiento del Oxígeno por SCHEELE y PRIESLEY y del Hidrógeno por LAVOISIER, van a ser hitos trascendentales en la Prehistoria Médico Aeronáutica.

OCTAVA. La invención del globo por los hermanos MONTGOLDFIER fue un hecho básicamente trascendental para el estudio de la alta atmósfera, sólo unos meses después del primer ascenso aerostático (en noviembre de 1783), tuvo lugar el primer experimento de Fisiología Aeronáutica (al hacer ascender en un globo, un pato, un carnero y un gallo) lo que si bien parece no tiene valor desde el punto de vista médico por los solo 1.500 piés de altura alcanzados, abre paso al posible ascenso de seres humanos. Sólo dos días más tarde se produciría la ascensión de PILATRE de ROZIER y el Marqués de ARLANDES con lo que comienza el control fisiológico y se ve ya que a las dificultades propias de la altura se suman las derivadas de la rapidez de ascensión ante la que se produce el fracaso de los mecanismos fisiológicos de adaptación a la altura.

NOVENA. Los ~~a~~eronautas comienzan a experimentar disturbios fisiopatológicos: En la ascensión de diciembre del mismo año de 1783, hecha en globo de Hidrógeno por CHARLES y ROBERT, refiere CHARLES dolor en oído derecho y glándulas maxilares que se haría aún más violento al pisar tierra. La aerostación se cobraría, en junio de 1785, las primeras víctimas en las personas de PILATRE de ROZIER y ROMAIN. La ascensión de BLANCHARD, en noviembre del mismo año, que alcanzaría los 10.400 metros le haría sufrir frío intenso, parestesias y sueño; la dra-

mática ascensión de ZAMBECCARI, en 1803; las descripciones de GAY-LUSAC correspondientes a alturas de 7.000 metros como "Mal del Globo"; los datos aportados por importantes montañeros (SAUSSURE, HUMBOLDT, DARWIN, JOURDANET, etc.); los estudios de terapia aérea de los médicos españoles SALVA y CAMPILLO y del ruso SIMONOV; la importante ascensión aerostática científica de COXWELL y GLAISHER a 11.500 metros en 1862, van completando datos sobre el conocimiento del "Mal de altura" y de la Medicina Aeronáutica en general.

DECIMA. El Fisiólogo PAUL BERT, conocido en Francia como el Padre de la Medicina Aeronáutica, analiza con rigor científico los relatos del P. ACOSTA, así como de otros montañeros y de los aeronautas, y pone punto final a la controversia respecto a la etiología del "Mal de Altura" a favor de la baja presión del O_2 e imperfecta aireación de la sangre, soluciona la mayor parte de los problemas del O_2 y construye una cámara metálica de compresión. Sus ocho años de experimentos se reflejarían en su obra de 1.178 págs. La Presión Barometrique, publicada en París en 1878.

UNDECIMA. El ruso SECHENOV, en 1879, expondría que la teoría de PAUL BERT tenía el defecto de no admitir en su explicación la influencia del aire alveolar y que debido a ese aire residual la proporción de O_2 en los alveolos era menor que en la atmósfera. El también ruso PASHUTIN haría, dos años más tarde, un estudio detallado de los efectos mecánico y químico del enrarecimiento del aire, introduciendo el término "Muerte por falta de O_2 ".

DUODECIMA. MOSSO, Padre de la Medicina Aeronáutica italiana, sostendría la teoría de la "Acapnia", según la cual los fenómenos consecuentes a la fuerte depresión barométrica serían debidos no tanto a la disminución del O_2

como a la disminución de la presión parcial de anhídrido carbónico.

DECIMO TERCERA. La aparición de los aviones a hélice (Hermanos WRIGHT, 1903), el nacimiento de la acrobacia aérea, el empleo del avión como arma de combate durante el curso de la Primera Guerra Mundial, en la que se establecería una verdadera pugna por la supremacía en alturas y velocidades entre ambos bandos contendientes, agudiza y aumenta los problemas planteados por la consiguiente repercusión sobre el organismo del piloto. La solución de tales problemas, como la de los creados por el paracaidismo que también hace su aparición, será en gran parte cometido de la Medicina Aeronáutica. Esta ha de afrontar en primer lugar los problemas de selección psicofísica del personal volante, a continuación ha de ocuparse de la Aviación Sanitaria y, por supuesto, afrontar "a la demanda" otros problemas de urgencia que se le van planteando con el suceder de la contienda, siendo las deficiencias de O_2 en la altura y el frío, sin duda, los dos más importantes, y que serían remediados con la introducción de los primeros equipos de O_2 , la confección de trajes protectores y la introducción de diversos sistemas de calefacción.

DECIMO CUARTA. Con la terminación de la I Guerra Mundial, surge la Aviación Comercial que ha de servirse de aparatos de la contienda modificados, incómodos y ruidosos y sin regulación térmica adecuada. Es también ésta, época de "raids" heroicos. En EE.UU. de América preocupan en este periodo: el estudio de la función visual, el de los problemas otológicos y, en particular, de la función vestibular en el vuelo; el de las respuestas cardiovasculares. Destaca el interés concedido a la Psicología, de manera especial en Rusia. El vuelo de alta cota es principal motivo de investigación para el Reino Unido, fundamentalmente en lo relacionado con el déficit de O_2 . En Francia de un modo especial se estudian los efectos de

las aceleraciones, los vuelos sin visibilidad y las ilusiones sensoriales del vuelo. En la Conferencia Internacional de Roma (1919) y en el Convenio de París para la Navegación Aérea del mismo año, es asunto principal, el Reconocimiento Inicial y las Revisiones Periódicas del personal de vuelo.

DECIMO QUINTA. La creación de Laboratorios para el estudio de problemas biológicos y médicos del vuelo fue una exigencia de la guerra que continuaría vigente en años posteriores y que fue importante base para la acumulación de material de investigación para Congresos y Reuniones Internacionales de Medicina Aeronáutica y de Aviación Sanitaria, que se desarrollarían con periodicidad en distintos países. Destacan, en 1931, los estudios sobre aceleraciones radiales en Alemania y Holanda; los de adaptación del hombre a la altura y su protección, por los médicos franceses y americanos; los de descompresión explosiva por los italianos; los estudios de las radiaciones ultravioleta de DORNO, y del origen y naturaleza de los rayos cósmicos, de los rusos, del año 1933. Sería este año de 1933 de gran significado para la Aviación Sanitaria y para España, ya que en su sede se desarrollo el II Congreso Internacional de Aviación Sanitaria con importante participación activa de los médicos aeronáuticos españoles.

DECIMO SEXTA. El servicio aéreo regular es un hecho en 1935, en que se cuenta con aeronaves de gran tamaño, potencia y confort. Con ello la aviación ha pasado a ser de uso más común y los problemas médicos aeronáuticos más diversificados, ya que, entre otras cosas, tienen acceso a las contingencias del vuelo personas que no han sido previamente seleccionadas y periódicamente controladas. Importantes sucesos dentro de la Medicina Aeronáutica van a ser: el uso de cabinas presurizadas;

el empleo de los cazas que plantean serios problemas de aceleraciones, con la aparición de las visiones "roja" y "negra" con motivo de rápidas evoluciones y prácticas acrobáticas; los estudios de los efectos de las aceleraciones por medio de centrífugas.

En el campo de las Reuniones Científicas, el Congreso de Aviación Sanitaria, de Bruselas (1933), el Convenio de Medicina Aeronáutica, de Italia (1937) y la I Conferencia Panamericana de Aviación Sanitaria, pueden considerarse importantes jalones.

DECIMO SEPTIMA. Consideramos de especial interés el estudio de la Medicina Aeronáutica rusa en el periodo comprendido entre 1930 y 1940, conocido como la Edad de Oro de la Medicina Aeronáutica Soviética, y le concedemos por ello un apartado. En él describimos uno por uno los distintos Centros importantes de Investigación Médico-Aeronáutica, analizando las principales aportaciones de los científicos de cada Centro, aportaciones llenas de un contenido muy valioso y que prácticamente fueron desconocidas para el resto del mundo en el momento oportuno. Nos vemos obligados a confesar a este respecto que el libro de SERGEYEV, que ha sido nuestra fuente de información, ha constituido para nosotros la más grata sorpresa bibliográfica.

DECIMO OCTAVA. Dedicamos, asimismo, otro apartado a la consideración del estado de los conocimientos médico-aeronáuticos al comenzar la II Guerra Mundial, momento en que creemos que la Medicina Aeronáutica ha completado un contenido científico muy aceptable, suficiente para concederle la mayoría de edad. Hacemos en él un resumen: del medio aeronáutico; del trabajo del piloto; del concepto general sobre la Medicina del Vuelo de alta cota, en el que significamos los dos órdenes de factores que van a actuar sobre el organismo (las va-

riaciones de la concentración de O_2 del aire y las variaciones de la presión atmosférica), sin que esto signifique olvidar otros; de la fisiología del organismo en los vuelos de alta cota -respiración, sangre, aparato cardiovascular, S.N., órganos de los sentidos, aparato digestivo, riñón, equilibrio ácido-base, metabolismo, trabajo muscular y fenómenos posturales reactivos-; de la resistencia a la altura y límites fisiológicos de la misma; del mal de altura; y del vuelo sin motor y paracaidismo.

DECIMO NOVENA. La II Guerra Mundial pondría en evidencia, en su comienzo, el gran poder bélico de la F.A. alemana. Su progreso sería asombroso y haría de activo revulsivo para los demás países que han de procurar contrarrestarlo. Este insospechado avance, nacido de las necesidades de la guerra, trae consigo nuevos y muy difíciles problemas a resolver por la Medicina Aero-náutica, que se ve obligada a trabajar en desesperada lucha contra el tiempo, en una investigación médico-aeronáutica capaz de seguir la evolución de la técnica. En Alemania destaca la inclinación al estudio de los efectos de las grandes alturas y aumento de tolerancia a las mismas, efectos de las aceleraciones, protección médica de los accidentes aéreos, efectos de las armas, influencias térmicas y climáticas, dietas, deshidratación, fisiología de reflejos y sentidos, psicología, cuidados médicos del aviador, sistemas de eyección del piloto, etc. En EE. UU. se estudian, durante la guerra, fundamentalmente los problemas del vuelo de alta cota: anoxia y suministro de O_2 , frío, presurización de cabinas y descompresión, aceleraciones e ilusiones sensoriales del vuelo. En el R.U. preocupan, en primer lugar, los problemas de selección y conservación de aptitud, imponiéndose nuevos test, se estudian las aceleraciones radiales y los problemas de supervivencia. En Rusia,

que se empeña en una drástica organización de su F.A. a la que incorpora hospitales propios, preocupa el mantenimiento de las tripulaciones, los problemas de hipoxia y de hipopresión en general; los de fatiga y sobreesfuerzo, los de la influencia de las aceleraciones y, finalmente, los de alimentación, creando una ración de emergencia. Problemas que van a ser objetivo común de estudio son, los de accidentes por aeroembolismo, las congelaciones y quemaduras, la fatiga, la dieta específica del piloto, los efectos de aspiración de CO₂, de las aceleraciones, etc. Nacen, como consecuencia de estos estudios, el correcto uso de O₂ en vuelo, los trajes anti-G, las cabinas estanca y nuevas medidas de protección conducentes al mantenimiento de la garantía y seguridad del vuelo. Se llevan, asimismo, durante este periodo, a cabo nuevas investigaciones referentes al estudio de la ionosfera, radiaciones cósmicas, átomo, etc.

VIGESIMA. Es digna de especial significación la aportación de España a la Medicina Aeronáutica, precisamente coincidiendo con el periodo de la II Guerra Mundial. Comienza con la creación del Cuerpo de Sanidad del Aire y de los Institutos de Medicina Aeronáutica de Madrid y Sevilla; con la formación de los primeros Médicos aeronáuticos y con la reglamentación de los reconocimientos médicos del personal de vuelo. Aparecen varias e interesantes Comunicaciones sobre Medicina Aeronáutica en distintas Revistas, se publican dos importantes libros y, al poder contar con material y Centros adecuados, se investigan los más diversos problemas médico-aeronáuticos, siguiendo fundamentalmente la información adquirida directamente de los Centros de Investigación de Medicina Aeronáutica de Alemania, entonces a la cabeza de la Medicina Aeronáutica del Mundo.

VIGESIMA PRIMERA. Las experiencias vividas durante la II Guerra Mundial facilitarían un mejor conocimiento de la acción del lanzamiento en paracaídas y de los efectos del mismo, del peligro de la hipoxia y del frío en los lanzamientos hechos a altas cotas, de la consiguiente necesidad de la dotación de equipos de O_2 y ropa termoaislante en los lanzamientos por encima de los 10.000 metros; de la profilaxis traumática en el descenso, etc. Se vió que el hecho de aumentar las velocidades de los aviones motivaba posibles fatales contactos del hombre, en su salida, con las estructuras del aparato y se pensó en utilizar fuerzas de expulsión, ideando los alemanes los asientos eyectables, que instalaron en 1944 en sus aeroplanos, con resultado positivo.

VIGESIMA SEGUNDA. Otro problema médico-aeronáutico que adquiere especial importancia con ocasión de la Guerra es el de las Evacuaciones Sanitarias, tanto por parte del helicóptero, con sus ventajas de posibles rápidos auxilios y de traslado directo desde lugares prácticamente inaccesibles para otros medios hasta el propio Centro de tratamiento, como por los aviones mayores de transporte colectivo, para el traslado rápido de heridos y enfermos, dotados de gran confort. Supone un paso decisivo el poder disponer de equipos de O_2 en cuanto esto significa la reducción al mínimo de las contraindicaciones de la evacuación aérea.

VIGESIMA TERCERA. La Aviación a Reacción va a plantear serios problemas a la Medicina Aeronáutica, -elemento imprescindible para su progreso-, va a hacer necesario un examen más meticulouso y exigente de las tripulaciones aeronáuticas. Los más altos techos, los cambios térmicos, las mayores velocidades y aceleraciones, el aumento de ruidos y vibraciones y el menor tiempo para reaccionar, van a pedir más del hombre, a potenciar sus peligros

y a crearle situaciones de mayor stress. El problema es universal y a su solución van a concurrir los esfuerzos de los distintos países: En Francia e Italia van a ver la luz importantes libros y revistas y tener lugar, en años sucesivos, Congresos, Reuniones y Jornadas Internacionales de extraordinario interés médico-aeronáutico; se van a reorganizar los estudios de Investigación y a fundar Asociaciones. En Alemania, la pérdida de la Guerra supone su desarme, la decepción y el olvido, bien que el rico material de su extraordinaria actividad médico-aeronáutica de la contienda sería recogido por la Sanidad Militar Norteamericana en una importante publicación, auténtico Tratado de Medicina Aeronáutica, editada por el Departamento de la F.A.; también tendría lugar en ella un interesante Symposium y aparecería en algunas Revistas valiosas referencias de Medicina Aeronáutica. En Bélgica son reseñables unas Jornadas, un Congreso, una Reunión Internacional y la publicación de dos libros. En Suiza, un Congreso y una Reunión. En Suecia, un Congreso Internacional de Medicina Aeronáutica. En Yugoslavia, otro. En Holanda se constituye la Asociación de Medicina Aeronáutica, se publica una Revista y un libro de Medicina Aeronáutica. En el Reino Unido, se publican dos obras y se realiza un Sympisium sobre Medicina del Espacio. En Estados Unidos de América, se estudian concienzudamente los problemas derivados de las altas velocidades y aceleraciones, proyección de paneles y cabinas, el control de temperaturas, la influencia de las ondas ultrasonoras, y los sistemas de eyección del piloto; se verifican Asambleas, Symposiums y Reuniones, y se publicarían interesantes Monografías. En Rusia, la investigación de los años que siguen inmediatamente a la terminación de la Guerra, fue poco trascendente; merece destacar la publicación de algunos libros y Comunicaciones en Revistas (sobre problemas de anoxia, cambios en sangre, secreciones, asimilación de alimentos, regulación del equilibrio ácido-base, etc.) para

pasar al estudio apasionado de los problemas de la bioastronáutica.

VIGESIMO CUARTA. En España la Medicina Aeronáutica, que había adquirido al final de la II Guerra Mundial un, relativamente, aceptable grado de madurez, continúa su progreso a buen ritmo con útiles y variados trabajos de investigación, realizados fundamentalmente en la Cámara de Baja Presión del C.I.M.A. de Madrid, Centro que en 1959 completaría sus cometidos al encomendársele, además de las misiones de investigación, las de Reconocimientos y Docencia, lo que coincide con su dotación completa de Especialidades. Ha de consignarse también, la publicación de múltiples trabajos de recopilación en Monografías y Revistas. La creación de la Asociación de Medicina Aeronáutica y Espacial, en Barcelona (1960), y la inclusión en este mismo año, de la Medicina Aeronáutica como asignatura del Doctorado, serían significables jalones en el progreso médico-aeronáutico de España.

VIGESIMO QUINTA. Para colofón de nuestro trabajo hemos dejado la referencia al XI Congreso Internacional de Medicina Aeronáutica y Cosmonáutica, que se celebraría en Madrid, del 8 al 12 de octubre de 1962, cuyo contenido constituye la más valiosa aportación de España a la Medicina Aeronáutica Universal. Se desarrollaría en cinco Sesiones que comenzaría cada una con la exposición de la Ponencia, seguida por la de varias Comunicaciones afines, cuyo número total se aproximaría al centenar. Los distintos temas tratados sería: Selección, Entrenamiento y Aptitud fisiopatológica del vuelo; Aeronavegación accidentes y Seguridad del Vuelo; Higiene, Nutrición, Farmacología y Medicina Legal del Vuelo; Fisiología del Vuelo y equipos; Problemas actuales y porvenir de la Medicina Espacial. El nivel científico del mismo fue elevado, y creemos no pecar de chauvinistas al concluir afirmando

que en nuestro sentir, constituyó una puesta al día de la Medicina Aeronáutica de la Aviación a Reacción y la antorcha luminosa de un futuro prometedor.

IX. BIBLIOGRAFIA CITADA EN EL TEXTO

- 1 Citado por OTTO ZIERER en el libro Grosse Ereignisse der Weltgeschichte. Traducido al español por L.OGG, publicado con el título: Grandes acontecimientos de la Historia. Impreso por Printer, Barcelona, 1974.
- 2 "Mitología": Enciclopedia General Ilustrada, Tomo XXXV, págs. 1085-1103; Tomo III, pág. 341; Tomo XXVIII, pág. 1953 "Iris" y Tomo XVII, págs. 1258-1259 "Dédalo e Icaro". Espasa Calpe. Madrid.

MALUQUER, J.J. Globos y Dirigibles, págs. 16-19 Ed. Seix, Barcelona 1945.

NAYLER. La Aviación al día, págs. 6-8. Ed. Ateneo Buenos Aires, 1944.

La Gran Enciclopedia del Mundo. Tomo XIII, págs. 308-325 y Tomo I pág. 304. Ed. Durvan, S.A. Bilbao, 1961-1964.

GUIRAND, F. Mitología General. Ed. Labor, Barcelona, 1960
- 3 Citado en la Enciclopedia U. Ilustrada, O.C. Tomo VI, pág. 361.

Asimismo NOVO LOPEZ: Evolución Histórica de la Medicina Aeronáutica. Tesis Doctoral, pág. 9, Barcelona, 1971.

- 4 Citado por la Enciclopedia U. Ilustrada. O.C. Tomo VI, págs. 358-361.
- 5 Citados en la Enciclopedia U. Ilustrada. O.C. Tomo LVI, pág. 407 (Simón) y núm. 32, pág. 535 (Malmesbury).

Asimismo, por NOVO LOPEZ: Evolución Histórica de la Medicina Aeronáutica. Tesis Doctoral, O.C. pág. 9.

- 6 BACON: Opus Majus. Manuscritos impresos por Jebb en 1733 y por Bridges en 1897. Citado por Enciclopedia U. Ilustrada. O.C. Tomo VII, pág. 79-81
- 7 NIETO BOQUE: Ciencias Astronáuticas y Medicina pág. 20. Ed. Virgen de Loreto. C.I.M.A. Madrid, 1966.

Asimismo NOVO LOPEZ: Evolución Histórica de la Medicina Aeronáutica. Tesis Doctoral. O.C. pág. 64.

Enciclopedia U. Ilustrada. O.C. Tomo XXX, págs. 11-18.

CANBY COURTLANDT: Historia de la Aeronáutica, traducida al Castellano por Florentino Pérez, pág. 3. Ed. Continente. Madrid, 1965.

- 8 Citado por LOPEZ-COTERILLA: Medicina Aeronáutica y Espacial, pág. 8. Ed. Gráficas Virgen de Loreto. Madrid, 1968.

Asimismo por Enciclopedia U. Ilustrada. O.C. To-

mo XXIX, pág. 531.

CANBY COURTLANDT: Historia de la Aeronáutica. O.C. pág. 4.

- 9 Citado en la Enciclopedia U. Ilustrada. O.C. Tomo IX, pág. 127
- 10 Citado por BONNET SEOANE: Historia de la Medicina de la Altura. Monografía presentada a la Cátedra de Historia de la Medicina de la Universidad Complutense, pág. 1. Madrid 1953.
- 11 Le livre de Marc Polo. Ed. Panthier, París 1865. Citado por PAUL BERT: La pression Barometrique. Recherches de Physiologie Experimentale, pág. 14 Ed. Masson, París 1878.
- 12 Citado por BONNET SEOANE en su Monografía Historia de la Medicina de Altura. O.C. pág. 27.
- 13 ANTONIO DE HERRERA Y TORDESILLAS: Historia General de los Hechos de los Castellanos en las islas y tierra firme del Mar Océano. Década V, Libro VI pág. 40. Madrid, 1601.
- 14 Citado por BONNET: Historia de la Medicina de Altura. O.C. pág. 4.

Asimismo Enciclopedia U. Ilustrada O.C. Tomo XVII pág. 345.
- 15 ACOSTA, J.: Historia Natural y Moral de las Indias Libro III, pág. 93-172. Archivo de Indias de Sevilla, 1590.
- 16 FRANCISCO BACON DE VERULAN: El Novum Organum. Citado por PAUL BERT. O.C., pág. 26.

Asimismo por NOVO LOPEZ: Evolución Histórica de la Medicina Aeronáutica. Tesis Doctoral O.C. pág. 9.

- 17 Citado por PAUL BERT: La pression barometrique.
O.C. pág. 29
- Asimismo BONNET: Historia de la Medicina de Altura. O.C. págs. 27-28
- 18 PAUL BERT. O.C. pág. 62
- Enciclopedia U. Ilustrada. O.C. Tomo IX págs. 506-507.
- 19 FREZIER A.P.: Relation du voyage de la Mer de sud aux cotes du Chile et du Perou, fait pendant les annes 1712-14. Publicado en París en 1916. Citado por PAUL BERT: La Pression Barometrique. O.C., pág. 84.
- 20 Citado PAUL BERT. O.C. pág. 71
- 21 Citado Enciclopedia U. Ilustrada. O.C. Tomo LXV, págs. 920-922
- 22 Citado PAUL BERT. O.C. pág. 79.
- 23 Noticias de América, pág. 116. Madrid 1772. Citado por PAUL BERT O.C. pág. 98.
- 24 Noticias de América, Madrid 1772. Citado Paul Bert. O.C. pág. 99.
- 25 SERGEYEV: Ocherki po Historii Aviatsionnoy Meditsiny, págs. 2-3. Editado por la URSS. Academy of Sciences Publishing House. Moscow, 1962. Libro de 413 páginas. Traducido por la NASSA en 1965 con el nombre: Essay on the History of Aviation Medicine, Washington, 1965.
- 26 Citados NOVO LOPEZ. Evolucion Histórica de la Medicina Aeronáutica. O.C. pág. 15

- 27 - 28 Citado Enciclopedia U. Ilustrada. O.C. Tomos XXXIII, pág. 1357 y XXVII pág. 559, respectivamente.

Asimismo citado NOVO LOPEZ. O.C. pág. 16.

- 29 - 31 Enciclopedia U. Ilustrada. O.C. Tomos XII, pág. 700; XXVII, pág. 1442 y XL, pág. 1217.

- 32 CANBY COURTLANDT. O.C., págs. 7-29.

Asimismo, La Gran Enciclopedia del Mundo. O.C. Tomo IX, págs. 551-52

Enciclopedia U. Ilustrada. O.C. Tomos XXVI, págs. 323-324 y XXXVI págs. 665-67.

- 33 Citado PAUL BERT: La pression Barometrique. O.C. pág. 127.

- 34 Citado SERGEYEV: Ocherki po Historii Aviatsionnoy Meditsiny, Traducido por la NASA con el nombre: Essay on the History of Aviation Medicine. O.C. pág. 4. Año 1965.

- 35 - 37 Citado PAUL BERT: La pression Barometrique. O.C. págs. 131, 133 y 135.

- 38 - 40 Citados NIETO BOQUE: "Historia de la aportación española a la Medicina Aeronáutica y Cosmonáutica", págs. 319-322. Libro de Ponencias y Comunicaciones al XI Congreso Internacional de Medicina Aeronáutica y Cosmonáutica, Madrid, 1962.

- 41 Citado PAUL BERT: La Pression Barometrique. O.C. pág. 142.

- 42 Citado NIETO BOQUE: "Historia de la Medicina Aerocosmonáutica". Trabajo presentado al I Ciclo de Conferencias de C. Astron. y Medicina Espacial mayo-junio 1965 y publicado en el libro del mismo,

- O.C., págs. 27-28.
- 42' Citados por SERGEYEV: Ocherki po Historii Aviat-sionnoy Meditsiny. O.C. págs. 5-6.
- 43 Citado PAUL BERT. O.C. pág. 154.
- 44 A. HALLER. Elementa Physiologica Corporis humani. Berlin, 1788. Citado por SERGEYEV en su libro Ocherki po H. A.M., traducción de NASA, pág. 1.
- 45 Citado por PAUL BERT: O.C. pág. 167.
- 46 - 49 Citados PAUL BERT: O.C. págs. 167-181.
- 50 Citado NOVO LOPEZ. Tesis Doctoral O.C. pág. 27
- 51, 52 Citados PAUL BERT. O.C. págs. 182-187
- 53 JOURDANET: Influence de la Pression de l'air sur la Vie de l'homme. Climats d'altitude et climats de Montagne. Paris, 1875. Citado por SERGEYEV. O.C. pág. 12.
- 54 JUNOD. Arch. Gral. Med., vol. 5, pág. 157. 1835. Citado SERGEYEV en su libro. O.C., pág. 8
- 55 - 57 Citado SERGEYEV. O.C. págs. 8-9
- 58 - 59 Citados SERGEYEV. O.C. págs. 9-11.
- 60 Citado PAUL BERT. O.C. págs. 216-218
- 61 PAUL BERT. O.C. págs. 221-226
- 62 PAUL BERT. O.C. págs. 188-189.
- 63 - 68 SERGEYEV. O.C. págs. 13 a 19.
- 69 SERGEYEV O.C. págs. 6-7.
- 70 MENDELEEV: "An Aerial Journey from Klin during an ecllipse" Severuvi núm. 11. 1877. Citado SER-

GEYEV. O.C. pág. 7.

71 Citado LOMONACO, SCANO, LALLI: Medicina Aero-
náutica, Tomo I, págs. 7-9. Ed. Regionale.
Roma, 1959.

72 SERGEYEV. O.C. págs. 21-22, 82 y 87.

CARMENA Contribución al Estudio de Acomodación
a la altura. Tesis Doctoral, págs. 7-9 Sevilla,
1952.

73 CARMENA. O.C., pág. 7.

74 HALDANE y PRIESTLEY: Journal Physiol. vol. LXXIII
pág. 225. Londres, 1905. Citado SERGEYEV: Ocher-
ki po H.A.M. trad. NASA O.C. pág. 21.

75 LORTET: Recherches Phys. sur le mal des Mon-
tagnes. París 1869. Citado por SERGEYEV. O.C.
pág. 22.

76 - 78 SERGEYEV. O.C. págs. 19-25.

79 BALTA ELIAS: "Física de las Radiaciones Espa-
ciales". I Ciclo de Ciencias Astronáuticas y
Medicina Espacial. O.C. pág. 3-9.

80 KRYLOV V., MOZHAISKII A.F. Molodaya GVARDIYA, pág.
185. Leningrado 1951. Citado SERGEYEV O.C. pág.
26.

81 SERGEYEV: O.C., pág. 27

82 Historia de la Aeronáutica:

CANBY y COURTLANDT: O.C. págs. 29-59.

MARIMON RIERA. Historia de la Aeronáutica. págs.
21-42. Imp. Academia General del Aire. San Ja-
vier, 1971.

La Gran Enciclopedia del Mundo. O.C. Tomo I, págs. 305-308.

Enciclopedia U. Ilustrada O.C. Tomo VI, págs. 1251-70 y Apéndice, Tomo I págs. 1076-1132.

- 83 Citado NIETO BOQUE "Historia de la Medicina Aero-náutica y Espacial", Libro del I Ciclo de Conferencias de Ciencias Astronáuticas y Medicina Espacial, O.C. pág. 30.

Asimismo citado por NOVO LOPEZ: O.C. pág. 110.

- 84 Citado por SERGEYEV: O.C. págs. 34-35 (tomado por él de DENISOV)

- 85 Citado por NOVO LOPEZ: O.C. pág. 172.

- 86 MOULINIER: Gazette hebdomadaire de la Sociedad Med.de Bordeaux, vol XXXI, pág. 457. 1910.

- 87 Citado por SERGEYEV: O.C. pág. 37

- 88 CROUZON: Compte. rendu Academ. Soc. Biol, pág. 530-32. París 1912.

- 89 BONNIER: Compte redu Academ. de Scienc. pág. 1498 París, 1912.

- 90 MARQUIS: Hygiene pratique de l'aviateur et de l'aeronaut. París 1912.

- 91 Citado NOVO LOPEZ: O.C., pág. 160.

- 92 NAQUET: Physiologie et Considerations générales concernant les ascensionnistes aeronautes et aviateurs. París 1907. Citado por ROBERT y BENFORD (EE.UU.) "Origen y desenvolvimiento de la Literatura Médico Aeronáutica". Le Medicine Aero-nautique, I trimestre. París 1955.

- 93 CRUCHET et MOULINIER: "Les Maux des Aviateurs".
Academ. Sciencia. París, 1912.
- 94 FALCHI: "Degli Infortuni Aviatori e dei Mezzi
di protezione per gli aviatori". Giora. Medic.
milit. Roma 1912. Citado por LOMONACO en Medi-
cina Aeronautica, Tomo I pág. 10 Ed. Regionale
Roma 1959.
- 95 DREYER and WALKER: "A contribution to the Study
of the effect of the blood". Report Brit. Ass.,
83. London 1913.
- 96 SCHROTTER M.: Higiene und Prophylaxie der Luft-
fart Aeronautik und Aviatik. Ost Sanitat. Sw, 25
Wien 1913.
- 97 FALCHI: "Sul idoneita al Servizio Aviazione".
Giora. Medic. Milit., 59, Roma, 1911.
- 98 GREEN R.N. "Some aero-medical observations".
Mil Sur., 41. Washington, 1917.
- 99 JONES I.H.: "The Ear and Aviation". Jour. A.M.A.
69. 1917.
- 100 WILBUR F.I.: "Aviation and commun sense" Flight,
3, 1911. Citado por ROBERT y BENFORD: "Origen y
desenvolvimiento de la Lit. Med. Aeronáutica".
Le Medicine Aeronautique, I Trimestre. Paris 195
- 101 OVINGTON E.L.: "The Physic factors in aviation".
Journal of the Am. Medical Asociation. 8. 1914.
Citado por ROBERT y BENFORD: "Origen y desenvol-
vimiento de la Lit. Med. Aeronáutica". Le Medi-
cine Aeronautique. I trim. París, 1935.
- 102 - 103 SPIRIN: "An Aviator's notes". Voenizdat, pág.
15. Moscow, 1955. Citado por SERGEYEV: O.C. nág.
15.

- 104 - 105 SERGEYEV: O.C. pág. 30
- 106 - 108 SERGEYEV: O.C. págs. 31-32
- 109 Citado por NOVO LOPEZ: O.C., pág. 225.
- 110 Citado por PUIG QUERO: Folios manuscritos que fueron leídos en la despedida a Pérez Núñez, que nos fueron amablemente cedidos por su hija.
- 111 ARMSTRONG: Principles and practice of Aviation Medicine, III. Ed. pág. 28. Baltimore, 1952.
- 112 KOSCHEL: The Conditions that the Pilot of an Aircraft Should Satisfy. Citado SERGEYEV: O.C. pág. 39.
- 113 NIEDDU-SEMIDEI: "Aptitud física para el Servicio Aeronáutico", Giornal Militari Medic. Italian. 64. Roma 1911.
- 114 Citas de SERGEYEV: O.C. pág. 40.
- 115 Historia de la Aeronáutica durante este periodo:
CANBY y COURTLANDT: O.C. págs. 59-81.
MARIMON RIERA: O.C., págs. 59-178.
Gran Enciclopedia del Mundo. O.C. Tomo I, págs. 308-316.
SERGEYEV: O.C. págs. 41-57 y 62-64.
- 116 PUIG QUERO: "Aviation Sanitaria". Revista de Aeronáutica. Madrid, octubre de 1932.
- 117 SERGEYEV: O.C. págs. 55-57.
- 118 LOMONACO, SCANO, LALLI: O.C. vol. I, págs. 10-13.
- 119 GEMELLI: Rivista di Psicolog. vol. XIII, pág. 157

Bologna, 1917.

- 120 AGGAZZOTTI: I) Giornal di Med. Mil. vol. XVI
pág. 183. Roma 1918. II) vol. XVII, págs.
Roma 1919. III) Gazz. Med. Sicil. vol XXI, pág.
104. Catanoa 1918.
- 121 GALEOTTI: Giorn. di Med. Mil. vol. XVII, págs.
72 y 143. Roma 1917.
- 122 BILANCIONI: I) Giorn. di Med. Mil. vol. XVII,
pág. 164. Roma 1919. II) Giorn. Med. Mil. vol.
XXVII, págs. 175. Roma 1919.
- 123 GRADENIGO: I) Giorn. de Med. Mili. vol XVI, págs.
3. Roma 1918. II) Arch. Itl. di Otolog. vol. XXX
pág. 91. Rurín, 1919.
- 124 SAFFIOTTI: Giornal di Med. Mil. vol. XVII, págs.
180. 1919.
- 125 Anónimo: Aerodigest. "Aeromedicine. La Ciencia
Dominante". vol. LXIV, págs. 72-74. New York 1952.
- 126 SERGEYEV: O.C. págs. 46.
- 127 ANDERSON: Medical and Surgical aspects of Avia-
tion. Oxford, 1918.
- 128 Citado SERGEYEV: O.C. págs. 45-47.
- 129 Medical Research Committee. Núms. 1, 5 y 6. Lon-
don 1918.
- FLACK: Pro. Soc. Roy. Med. vol. XIV. London
1920. Asimismo Nature, págs. 225. London, 1918.
- 130 CAMUS et NEPPER: Compte. rendu Acad. Sc., págs.
106. Paris 1910.

- 131 GRANDPIERRE, R.: Elements de Medicine Aeronautique, pág. 19. Ed. L'Expansion Scientifique. París, 1948.
- 132 BINET: Revue Gen. de Sci. pures et appliquees. vol. XXVIII, pág. 540. París, 1917.
- 133 GARSEAUX, P.: Serv. Tech. Sect. Mil. Aeronautique. París 1918. (Citado SERGEYEV).
- 134 GARSEAUX, P.: Compte. rendu Soc. Biol. vol XXXII, pág. 643. París 1918.
- 135 - 136 SERGEYEV: O.C. págs. 43 y 44.
- 137 GRANDPIERRE, R.: Elements de Medicine Aeronautique, O.C. pág. 19
- 138 Citada por KOSCHEL. Handbuch der arzlichen Erfahrungen in Weltkriege. vol VII. 1922.
- 139 Citado SERGEYEV: O.C. págs. 49-50.
- 140 SERGEYEV: P.C. pág. 36.
- 141 ARMSTRONG, H.G.: Principles and practice of Aviation Medicine, pág. 37-38. 3ª Ed. Baltimore 1952.
- 142 Anónimo: Aerodigest. "Aeromedicine. La Ciencia Dominante" O.C. 1 págs. 72-74.
- 143 SERGEYEV: O.C. pág. 51.
- 144 SERGEYEV: O.C. págs 51-52
- 145 ARMSTRONG, H.G. Principles and Practique of Aviation Medicine. O.C., pág. 471.
- 146 Anónimo: Aerodigest. "Aeromed. La Ciencia Dominante, pág. 74-75.

- 147 - 148 LOMONACO, SCANO, LALLI: O.C. Medicina aeronáutica. vol. I, pág. 14
- 149 MAUBLANE y RETIE: Guide pratique pour l'examen medical des aviateurs. Paris 1920. Citado por SERGEYEV: O.C. págs. 44-45
- 150 GRANDPIERRE, R.: Elements de Medicine Aeronautique. O.C. págs. 87-95.
- 151 SERGEYEV; O.C. pág. 56.
- 152 SCHNEIDER, E.C.: Journal Amer. Medial Assoc., vol. LXXIV. 1920.
- 153 SERGEYEV: O.C. págs. 52-53.
- 154 GILBERT and GREEN: Arch. Int. Med. vol. XXVII. 1921. Citado SERGEYEV: O.C. pág. 89.
- 155 Citado NIETO BOQUE: "Historia de la Medicina Aeronáutica y Espacial". Libro del I Ciclo de Conf. de Ciencias Astronáuticas y Med. Espacial O.C. pág. 31.
- 156 Citado SERGEYEV: O.C. pág. 82.
- 157 Citado SERGEYEV: O.C. pág. 77.
- 158 Tomado de Manuscrito del autor.
- 159 Tomado de NOVO LOPEZ: O.C. pág. 227.
- 160 - 166 SERGEYEV: O.C. págs. 57-78
- 167 AMADEO HERLITZKA (de la Universidad de Torino): Fisiología ed Aviazione. Ed. Nicola Zanichelli. Bologna, 1923.
- 168 LOMONACO, SCANO, LALLI: O.C. vol I, págs. 14-15.

- 169 QUIX F.H.: Le Mal de Mer. Le Mal des Aviateurs. Paris, 1924. Citado por SERGEYEV: O.C. pág. 83.
- 170 BAYEAUX, R.: Compte rendu Academ Scienc., vol. CLXXX. 1925. Citado SERGEYEV: O.C. pág. 86.
- 171 SERGEYEV: O.C. págs. 78-80.
- 172 BAUER: Aviation Medicine. Baltimore, 1926. Citado SERGEYEV: O.C. pág. 90. Asimismo citado por ROBERT y BENFORD: "Origen y desarrollo de la Literatura M. A.". La Medicine Aeronautique. I trimestre. París. 1955.
- 173 ARMSTRONG H.G.: O.C. pág. 54.
- 174 Citado NOVO LOPEZ: O.C. pág. 232.
- 175 GARCIA-CONDE GOMEZ, F.J. "Mecanismos de las alteraciones morfológicas y funcionales del Sistema Digestivo". Libro de Ponencias y Comunicaciones al XI Congreso I. de M.A. O.C.
- 176 PUIG QUERO, M.: Manuscrito facilitado por su hija.
- 177 LOMONACO, SCANO, LALLI: O.C. págs. 16-17.
- 178 Citado SERGEYEV: O.C. pág. 86.
- 179 MILANO, A.: "Examen Médico y Psicofisiológico de los Aviadores Militares". Archivos Argentinos de Psicolog. normal y patolog., Terapéutica Neuromental y Ciencias afines. 1. Buenos Aires 1934.
- 180 BENHAGUE, CARSAUX and RICHET: Compte. rendu Academ. Scienc. vol. CLXXXVI. 1928. (Citado SERGEYEV pág. 86).
- 181 SERGEYEV: O.C. pág. 96.

- 182 PUIG QUERO: "Aviación Sanitaria". Revista de Aeronáutica. Madrid, Octubre 1932.
- 183 - 184 SERGEYEV: O.C. págs. 67-69, 70 y 75.
- 185 Citado por ROBERT y BENFORD: "Origen y desarrollo de la Literatura Med. Aeron.". La Medicine Aeronautique. I trimestre, París, 1955.
- 186 Citado SERGEYEV: O.C. págs. 89-90.
- 187 Citado en la Gran Enciclopedia del Mundo. O.C. Tomo XV, pág. 97. Asimismo por NIETO BOQUE: "Historia de la Medicina Aeronáutica y Espacial". Libro del I Ciclo de Conf. de Cienc. Astronáuticas y Med. Espacial. O.C. pág. 33-34
- 188 Citado SERGEYEV: O.C. pág. 82.
- 189 FIGUERAS BALLESTER: "Inventos del Dr. FIGUERAS presentados al I Congreso Intern. de la Seguridad Aérea, de París". Revista General de la Marina. I. 1931.
- 190 SERGEYEV: O.C. pág. 82-85.
- 191 - 192 SERGEYEV: O.C. págs. 85, 86 y 87.
- 193 GRANDPIERRE, R.: Elements de Medicine Aeronautique, O.C. pág. 291-334.
- 194 Anónimo. Aerodigest. "Aeromedicine. La Ciencia Dominante. O.C. págs. 82-90.
- 195 Citado SERGEYEV: O.C. pág. 91.
- 196 NIETO BOQUE: "Historia de la Medicina Aeronáutica y Espacial". Libro del I Ciclo de Conf. de Cienc. Astron. y Med. Espacial. O.C. pág. 30.

- 197 Citado por NOVO LOPEZ: O.C. pág. 233.
- 198 Citado SERGEYEV: O.C. págs. 106 y 117. Asimismo por NOVO LOPEZ: O.C.
- 199 PUIG QUERO: "El II Congreso Intern. de Aviación Sanitaria". Revista de Aeronáutica. Madrid, marzo de 1934.
- 200 Gran Enciclopedia del Mundo. O.C. Tomo XIX, pág. 398.
- 201 LOMONACO, SCANO, LALLI: O.C. pág. 17.
- 202 ESTEBAN ARANGUEZ, M.: Las funciones visuales en Aeronáutica, pág. 54-58. Morata. Madrid, 1941.
- 203 - 204 NIETO BOQUE: "Historia de la Medicina Aeronáutica y Espacial". Libro del I Ciclo de Conf. de C. Astron. y Med. Espacial. O.C. pág. 35.
- 205 GRANDPIERRE, R.: O.C. págs. 141-164.
- 206 PUIG QUERO: "Transformación de los aviones comerciales en Sanitarios". Ponencia al III Congreso de Aviación Sanitaria y Resumen del mismo. Escrito a máquina cedido amablemente para su lectura y toma de datos por su hija Amalia, actual Bibliotecaria del C.I.M.A.
- 207 NIETO BOQUE: "Historia de la Med. Aeron. y Espac. Libro I Ciclo de Conf. C. Astron. y Med. Espacial O.C. págs. 35-36.
- 208 Citado NIETO BOQUE: "Hist. Med. Aeron. y Espac." Libro I Ciclo de Conf. de C. Astron. y Med. Espac. O.C. pág. 36. Asimismo NOVO LOPEZ: O.C. pág. 112.
- 209 LOMONACO, SCANO, LALLI: O.C. págs. 17-21.

- 210 Citado NOVO LOPEZ: O.C. pág. 238.
- 211 Como única fuente bibliográfica de esta "Edad de Oro" de la Medicina Aeronáutica Soviética, reseñamos el libro de SERGEYEV repetidas veces citado, de cuya traducción americana obra en nuestro poder una fotocopia. Ocupa la descripción de este periodo 132 folios (de la pág. 93 a la 224 inclusive). Al final del libro figura una muy completa información bibliográfica.
- 212 PESCADOR DEL HOYO: Medicina Aeronáutica, Tomo I El Vuelo de alta cota, págs. 15-23. Ed. Científico Médica. Barcelona-Madrid, 1941.
- 213 GRANDPIERRE, R.: O.C. págs. 41-51
- 214 PESCADOR DEL HOYO: O.C. págs. 24-33.
- 215 GALAMINI: Psicolog. e Medic. 7, 267. 1938.
- 216 UGLON, W.; MARTISCHENKA, A. und GOLBERG, A.: Arb. Physiolog. 9, 387. 1937.
- 217 OLUJANSKAYA, R.P.: Arch. Physiolog. núm. 9, 528 1937.
- 218 SCHUBERT: Physiologie des Menschen in Flugreng. S Springer. Berlín, 1955.
- 219 LUTZ and SCHNEIDER: Amer. Journal Physiolog. núm. 50, 280. 1919.
- 220 SCHNEIDER and CLARKE: American Journal Physiolog. 75, 297. 1926.
- 221 Mc. FARLAND and EDWARS: Journ. Aviat. Medec., 8 156. 1937.
- 222 OPITZ und TILMANN: Luftfahrtmed, 2, 127. 1938.

- 223 MARGARIA: Rivista di Medic. Aeronáutica. núm. 1
pág. 7. 1938.
- 224 PESCADOR DEL HOYO: O.C. págs. 34-48.
- 225 TALENTI: Arch. di Scien. Biolog. núm. 10. 1937.
- 226 MONACO: Revista Medic. Aeronaut. núm. 2 pág. 1
1939.
- 227 ARMSTRONG and HEIN: Journal Aviat. Medic. núm.
9, pág. 92. 1938.
- 228 NAEGELI. Citado PESCADOR: O.C. pág. 50
- 229 MONACO: Rivista Med. Aeron. 2, pág. 1. 1939.
- 230 MARCZEWSKI: Polski Przegląd Medycyny Lotniczey,
Tomo VII, pág. 43. 1938.
- 231 KRUPSKI und ALMASAY: Helvet Med. Act., IV pág.
94. 1957.
- KRUPSKI: Die Alpen, 14, 1. 1938
- 232 LEHMANN. Luftfahrtmed, 2, 137. 1938
- 233 LOEWY: Physiolog. der Hohen Klimas. Springer.
Berlin 1932.
- 234 MARCZEWSKI: Polski Przegląd Medycyny. Lotniczey
5, 65, 1936.
- 235 LUNDGAARD: Journal of Exper. Medic. 30, 359.
1919.
- 236 KÖCH: Luftfahrtmed. 1, 30. 1936-37.
- 237 PESCADOR DEL HOYO: O.C. págs. 48-47.
- 238 BORGARD, W.: Klin. Wochen. 1642. 1935.

- 239 KOCH, E.: Luftfahrmed. 1, 30. 1936-37
- 240 AGGAZZOTTI e GALEOTTI: Giornal di Medic. Milit. 57, 1 y 107. 1919.
- 241 HARTMANN und MURALT: Acta Aerophys. 3, 38. 1934.
- 242 OPITZ und TIILMANN: Luftfahrtmed. 1, 2. 1936-37.
- 243 RANKE O.F.: Luftfahrtmed. 1, 120. 1936-37.
- 244 Citados PESCADOR: O.C. pág. 66.
- 245 SCHUBERT, G.: Acta Aerophysiologicala. 1, 49. Conrad Behre. Hamburgo, 1934.
- 246 Citados PESCADOR: O.C., pág. 67.
- 247 PESCADOR: O.C. págs. 30-71
- 248 OPITZ und TIILMANN: Luftfahrtmed. 1, 153. 1936-37
- 249 PESCADOR: O.C. pág. 57-81.
- 250 Mc. FARLAND and EDWARDS: Journal Aviat. Medic. 8, 156. 1937.
- 251 FLACK, B.: Handb der norm. und pathol. Physiolog Tomo XV. 1930.
- 252 MICHELSEN, J. und THOMPSON J.W.: American Journal Med. Scienc. 195, 673. 1938.
- 253 - 254 RUFF, S. und STRUGHOLD, H.: Grundriss der Luftfahrtmedizin. Barth. Leipzig, 1939.
- 255 STRUGHOLD: Luftfahrtmedizin, 3, 53. 1938.
- 256 Mc. FARLAND and DILL: Journal Aviat. Medic. 9 18. 1938.
- 257 ARMSTRONG: Militar Surgeon. 79, 133. 1936.

- 258 Citado PESCADOR: O.C. pág. 95.
- 259 STRUGHOLD, H.: Z. f. Flugtech und Motorluft.
fasc. 14 y 9. 1929-30
- 260 STRUGHOLD, H.: Luftfahrtmedizin. 1, 58. 1936-37.
- 261 RUFF und STRUGHOLD: Grundriss der Luftfahrtmedi-
zin. Barth. Leipzig 1939.
- 262 CLAMANN: Luftfahrtmedizin. 2, 223. 1938.
- 263 GOMEZ CABEZAS, P. Otobaropatías. Rev. de Aero-
náutica y Astronáutica núm. 291. Madrid 1965.
- 264 RUFF und STRUGHOLD: Grundriss der Luftfahrt-
med. O.C.
- 265 PESCADOR: O.C. pág. 95-103.
- 266 Citado PESCADOR: O.C. págs. 103-107.
- 267 - 268 FERRY, G. Influence du vol en avion sur la san-
te de l'aviateur. Berger-Levrault. Paris-Nancy-
Strasburgo. 1920.
- 269 - 270 DERAMOND: Etude de l'influence de la depress.
atmosferique experim. et du vol en avion sur
l'activite renale. Tesis Doctoral. Paris 1932.
- 271 PESCADOR: O.C. pág. 107-109.
- 272 LOEWY, A.: Physiolog. del Höhenklmas. J. Sprin-
ger. Berlin 1932.
- 273 PESCADOR: O.C. pág. 111.
- 274 DURIG, A.: Verh des 7 Sportarztetag. München,
1930.
- 275 GIAJA J.: C.R. de la Soc. de Biolog. 127, 1355.
1930.

- 276 PESCADOR: O.C. págs. 109-119.
- 277 RUHL, A.: 47 Kong. Dtsch. Gess. inn. Med. Weis-
baden, 1935.
- 278 RUHL, A. und MULLER. Luftfahrtmedizin. 3, 285.
1939.
- 279 GIAJA, J.: C.R. de la Soc. de Biolog. 128, 637
1938.
- 280 MALOWAN: Citado por GABBE (IKong. f. Luftfahrt-
med. 1937.
- 281 FERRY: Ann. de Med. 124. 1919.
- 282 PESCADOR: O.C. págs. 119-126.
- 283 Mac. LACHLAN: Journ. of Biolog. Chem. 192, 463
1939.
- 284 PESCADOR: M.A. O.C. pág. 125.
- 285 RUHL: Luftfahrmed. 2, 176. 1938.
- 286 PESCADOR: M.A. O.C. págs. 130-134.
- 287 FLACK: Nature, 121, 986. 1928.
- 288 LOTTIG: Luftfahrmed. 2, 218. 1938.
- 289 GILLERT: Luftfahrmed. 10, 87. 1933.
- 290 STRUGHOLD: 16 Kong. Intern. Physiolog. Zurich,
1938.
- 291 LUFT: Wden. Klin. Woch, 860. 1939.
- 292 ARMSTRONG: Journ. Av. Medic. 9, 45. 1938.
- 293 LUFT: Luftfahrt medizin. 2, 231. 1938.

- 294 RUFF und STRUGHOLD: Grundriss der Luftfahrmed. O.C.
- 295 PESCADOR: O.C. págs. 144-173.
- 296 MONACO: Rivista di Medicina Aeronaut. 2, 143 y 252. 1939.
- 297 PESCADOR: O.C. pág. 146-148.
- 298 STRUGHOLD: Luftfahrmed. 3, 53. 1938.
- 299 LOTTIG: Comunicación oral. Citada por MEISTER en Klin. Woch. 1080. 1940.
- 300 STRUGHOLD: Luftfahrtmed 3, 53. 1938
- 301 D'HARCOURT y ELICES: Arch de Med, Cirug. y Esp. núm. 532. 1928
- 302 SILEVAERS: Arch. Med. Belge. 89, 26. 1936
- 303 ARMSTRONG: Mil. Surgeon. 83, 148. 1938.
- 304 BINNET et BOCHET: Press. Medic. 944. 1936.
- 305 LEHMANN: Luftfahrmed. 2, 137. 1938.
- 306 RUHL: Dtsch. Med. Woch. 465. 1937.
- 307 D'OLIVEIRA STEVES y ROSSIGNOLI: Rev. de Medicina Latino Americana nú. 24, 266. 1939.
- 308 PESCADOR: O.C. págs. 159-160.
- 309 GILLERT: Luftfahrmedforsch. núm. 10, 3. 1933.
- 310 CAMBELL: Journal of Physiologi. 95, 1. 1939.
- 311 PESCADOR: O.C. págs. 167-168.
- 312 RUFF und STRUGHOLD: Grundriss der Luftfahrmedizin. O.C.

- 313 Planeadores: La Gran Enciclopedia del Mundo.
O.C. pág. 112.
- 314 Enciclopedia Univ. Ilustrada. O.C. Suplemento
1936-39. 1ª Parte, pág. 217.
- 315 SERGEYEV: O.C. pág. 112.
- 316 BOX: Medicina Aeronáutica y Aviación Sanitaria.
págs. 59-60. Rosaura. Ceuta, 1936.
- 317 FLAME: Revue de l'Armee de l'Air. IX. 1934.
- 318 Citados SERGEYEV: O.C. pág. 191.
- 319 Citado SERGEYEV: O.C. pág. 157.
- 320 ARMSTRONG: Journ. Av. Medic. 9, 45. 1938.
- 321 Historia de la Aeronáutica (1939-1945):
1) CAMBY y COURTLANDT: O.C. págs. 59-81.
2) MARIMON RIERA: O.C. págs. 181-209.
3) La Gran Enciclopedia del Mundo O.C. Tomo I
págs. 308-355
- 322 RUFF, S. und STRUNGHOLD, H.: Atlas der Luft-
fahrtmedizin. A. Barth. Leipzig, 1942.
- 323 STRUNGHOLD: Luftfahrmed. 3, 53. 1938.
- 324 Citado PUIG QUERO. Memoria presentada al Esta-
do Mayor del Aire con motivo de su visita al I
Inst. Invest. Med. Aerea del Reich. 1943.
- 325 - 329 U.S.A. Depart. F.A. German Aviation Medicin
World War II 1302 p. Super Intendert of Doct.
Goverament, printing Office, W 25, D.C. 1946.
- 330 DIRIGSHOFEN, H. Die Medizinische núm. 52. XII.
Stuttgart 1956.
- 331 - 332 U.S.A. Depart. F.A. German A.M. World War II.
O.C. págs. 1217 y 961.

- 333 DIRINGSHOFEN. Die Medizinische, O.C. 52, XII .
- 334 Citado PUIG QUERO. Memoria al E.M. del Aire con motivo de su visita a la Sección de Experimentos Aeronáuticos de la Escuela Superior de Aeronáutica a cargo de Médicos de la Luftwaffe. 1943.
- 335 U.S.A. Dep. F.A. German A.M. World War II. O.C. pág. 1.104.
- 336 Citado PUIG QUERO. Memoria al E.M. del Aire como consecuencia de su visita a la Sección de Experiencias Aeronáuticas de la E. Sup. de Aeron. de Interboj. 1943.
- 337 U.S.A. Dep. F.A. German A.M. World War II. O.C. pág. 322.
- 338 Citado PUIG QUERO. Memoria presentada al E.M. del Aire de la visita de la Sección de M.A. de la Esc. Sup. de Aeron. de Interborg. 1943.
- 339 U.S.A. Dep. F.A. German A.M. World War II. O.C. pág. 373.
- 340 Anónimo. Aero Digest. V, 64 1. 1952.
- 341 Citado PUIG QUERO. Memoria de su visita a la Esc. Sup. de Aeron. de Interborg. 1943.
- 342 U.S.A. Dep. F.A. German A.M. World War II. O.C. pág. 379.
- 343 PUIG QUERO. Memoria E.M. Aire. Visita a los Centros de Invest. Aero-Médica de la Luftwaffe. 1943.
- 344 LOPEZ-COTERILLA VAZQUEZ. Medicina Aeronáutica y Espacial, 16-21. Gráficas Loreto. Madrid, 1968.
- 345 Anónimo. Aero Digest. O.C.

- 346 GRANDPIERRE. Elements de Medicine Aeronautique.
O.C. págs. 19-20.
- 347 MONACO, GEMELLI, MARGARIA. Trattato di Medicina
Aeronautica. Ufficio Ed. Aeronautico. Roma, 1942.
- 348 LOMONACO, SCANO, LALLI: O.C. págs. 21-27
- 349 Gran Enciclopedia del Mundo. O.C. núm. 11, pág.
500.
- 350 Citado NOVO LOPEZ: O.C., pág. 227.
- 351 Citado LOPEZ-COTERILLA. Medicina Aeronáutica y
Espacial. O.C. págs. 15-16.
- 352 GESELL. Citado por WIGGERS. Fisiologia Normal y
Patologica, 452. Espasa Calpe. Madrid 1949.
- 353 Mc. FARLAND. Arch. of. Ophtalm. 26, 886. 1941.
- 354 STICKNEY y VAN LIRE. Jour. Av. Med. 13, 170. 1942
- 355 KEYS. Am. Jour. Phys, 138, 763. 1943.
- 356 Anónimo: Aero Digest. O.C. 1952.
- 357 ARMSTRONG: Principles and Practiques of Aviation
Meddicine. O.C. pág. 236.
- 358 PICARD: Proc. Staff. Meet. Mayo Clin. 16, 700.
1941.
- 359 - 360 Anónimo: Aero Digest. O.C. 1952.
- 361 BRUNNER. Jour Av. Med. 14, 132. 1943.
- 362 - 363 SERGEYEV: O.C. págs. 199-204.
- 364 SERGEYEV: O.C. págs. 165-167.
- 365 SERGEYEV: O.C. págs. 143-145.

- 366 - 368 SERGEYEV: O.C., págs. 225-238 .
- 369 - 371 SAMTER: Teoría y Práctica de los Exámenes Médicos del personal de Vuelo de Aviación Civil. págs. 109 110. Citado SERGEYEV. O.C. pág. 241.
- 372 - 373 SAMTER. O.C. págs. 63 y 72. Citado SERGEYEV: O.C. pág. 242.
- 374 a 377 SERGEYEV: O.C. págs. 242-253.
- 378 PESCADOR: O.C. pág. 7.
- 379 MARIO ESTEBAN: Las Funciones Visuales en Aeronáutica. Ed. Morata. Madrid, 1941.
- 380 Tomado de la Memoria Anual de. C.I.M.A. Ministerio del Aire. Madrid, 1945.
- 381 GRANDPIERRE. Elements de Medecine Aeronautique. O.C. págs. 206-219.
- 382 GRANDPIERRE. Elements de M.A. O.C. págs. 431-435
- 383 La Medecine Aeronautique. Bulletin du Service de Service de L'Air. L'Expansion Scientifique Française. París 1943-1959.
- 384 Revue Intern. des Servic. de Sante des Armes de Terre, Mer et de l'Air, et du Corps Veterinaire. Edite depuis 1960. París.
- 385 GRANDPIERRE. Elements de M.A. O.C. París, 1948
- 386 MALMEJAC. Medecine de L'Aviation. Masson. Paris 194
- 387 Jacob: Contribution a l'etude de la Psychologie de l'Aviateur. Tesis Doctoral. Lyon 1949.
- 388 JAYLE, OURGAUD, BENOIT, BLET et BERNARD. La Visión nocturna et ses troubles. Masson. París, 1950.

- 389 La Medecine Aeronautique. 3^{er}. trimestre, 1951. .
- 390 La Medecine Aeronautique. 4^a. Trimestre de 1952 y 1^a de 1953. París.
- 391 La Medecine Aeronautique. 3^{er}. trimestre Paris, 1954.
- 392 GRANDPIERRE. Reseña. La Medec. Aeronaut. 1^{er}. trimestre, 1955.
- 393 PAUGAIN. Aspect psychopathologiques au mal de l'air. Tesis Doctoral. Nancy, 1955.
- 394 La Medecine Aeronautique. 4^a trimestre de 1955 y 1^a de 1956.
- 395 BOYER et STRUMZA. Precis d'Hygiène Aeronautique. L'Expansion Scientifique Francaise. Paris 1956.
- 396 DEMANGE. Tesis Doctoral. Nancy, 1956.
- 397 GINET. Tesis Doctoral. Nancy, 1956.
- 398 HERZOG. La Montagne. Larouse. París 1956.
- 399 VIOLETTE. La Medecine Aeronautique. 3^{er}. trimestres. París, 1956.
- 400 La Medecine Aeron. 1^{er}. trim. 1957.
- 401 Le Journal Physiolog. Tomo L, núms. 2 y 3. Paris 1958.
- 402 Revue de Medecine Aeronautique. Organe Officiel de la Societe Francaise de Phys. Me. A. et Cosmonautique. Edite depuis 1961. Paris.
- 403 La Rivista di Medic. Aeronautica e Spaziale. Servizio Sanit. dell'Aeronautica Militare, 1938-39 y desde 1946 sin interrupción. Roma.

- 404 LOMONACO, T. Elementi di Fisiologia e Patologia dell'Uomo in volo. Abruzzini. Roma, 1948.
- 405 LOMONACO, SCANO, LALLI. Medicina Aeronautica. vol. I, pág. 29. Regionale. Roma, 1959.
- 406 LOMONACO, SCANO, LALLI, VANNUTELLI. L'Uomo in volo. Abruzzini. Roma, 1950.
- 407.- 408 LOMONACO, SCANO, LALLI: Medicina Aeronáutica. O.C. págs. 30-33.
- 409 LOMONACO, SCANO, LALLI: Medicina Aeronáutica. O.C. págs. 33-36 y Rivista di Med. Aeron. (Comunicaciones). 4º trim. Roma, 1953.
- 410 PLACIDE. (Reseña) La Medécine Aeronautique. 4º trim pág. 511. 1954.
- 411 LOMONACO, SCANO, LALLI: La Medicina Aeronautica. O.C. págs. 36-37 y La Medecine Aeronautique. 4º trim. págs. 513-514. 1954.
- 412.- 413 LOMONACO, SCANO, LALLI: Medicina Aeronáutica. O.C. págs. 37-38.
- 414 LOMONACO, T. "Les Recherches les plus recentes Acomplues en Italie dans le domaine de la Medecine Aeronautique et Spatiale". Libro del XI Congreso I. de Medicina Aeronáutica y Cosmonáutica en Europa. Ed. Marisal. Madrid, 1962.
- 415 Rivista di Medicina Aeronáutica e Spaziale. 4º trim. 1959 y 1º de 1960. Roma.
- 416 U.S.A. Dedt. F.A. German Aviation Medicin War II O.C. 1.302.p'gs.
- 417 EVRARD, E.: Physiologie au Vol. Hygiène de l'Aviateur. 224 p'gas. Editions de l'Office de Publicite. Bruselas 1956.

- 420 La Medecine Aeronautique. pág. 399. 4º trim. 1958.
- 421 a 425 Anónimo. "Aeromedicine". La Ciencia dominante".
Aero Digest. O.C. págs. 72-90
- 426 ROSEL y GARD: "La Aviation Medicine in the Evaluation of new Naval Aircraft" Journal Av. Medicine. Marzo 1951.
- 427 Journal Av. Medicine. Septiembre de 1952.
- 428 Journal Av. Medicine. Septiembre 1933.
- 429 Mc. FARLAND, ROSS, GRAW HILL: Human Factors in Air Transportation. Book Company, 850 pgs. New York-Toronto-London, 1953.
- 430 PLACIDE: (Reseña). La Medecine Aeronautique. 4º trim. pág. 511. 1954.
- 431 La Medecine Aeronautique, pág. 184. 2º trim. 1955.
- 432 The Journal of Aviat. Medicine. V, 29 núm. 7 Julio 1958.
- 433 La Medecine Aeronautique. 3^{er}. trim. pág. 271. 1950
- 434 - 435 SERGEYEV: Ocherki po H.A.M. trad. NASA O.C. pág. 232-234.
- 436 a 440 SERGEYEV: O.C. págs. 235-238.
- 441 SERGEYEV: O.C. págs. 203-204.
- 442 a 445 SERGEYEV: O.C. págs. 197-201.
- 446 SERGEYEV: O.C. págs. 213-214.
- 447 a 449 Memorias Anuales del C.I.K.A. Ministerio del Aire Madrid, 1947
- 450 Memorias Anuales del C.I.M.A. Madrid, 1948.

- 451 MERAYO y BONNET: "Estudio de la Cámara de Baja Presión". Revista de Aeronáutica, núm. 91. Madrid, 1948.
- 452 PUIG QUERO: "Problemas Médicos nacidos de la Navegación Aérea y Submarina". La Medecine Aeronautique. 3^{er}. trim. de 1951. (Datos tomados de la copia de la Conferencia que nos cedió su hija).
- 453 CARMENA, E.: Contribución al estudio de la acomodación a la altura. Anhídrida carbónica y órganos de depósito. Tesis Doctoral. Ed. Católica Española. Sevilla, 1952.
- 454 Memorial Anual del C.I.M.A. Min. del Aire. Madrid, 1955.
- 455 Tomado de la Memoria de dicho Curso, presentada por MERAYO a su regreso del mismo al C.I.M.A.
- 456 Memoria presentada al C.I.M.A. por LOPEZ-COTERILLA a su regreso del Curso.
- 457 Memorial Anual del C.I.M.A. Madrid, 1956.
- 458 Tomado del propio Manuscrito cedido por el autor.
- 459 GOMEZ CABEZAS, P. Revista de Medicina y Cirugía de Guerra, núm. 9. Madrid, 1963.
- 460 Libro de Ponencias y Comunicaciones del XI Congreso Internacional de Medicina Aeronáutica y Cosmonáutica en Europa. Editorial Marisal. Madrid, Octubre de 1962.

X. BIBLIOGRAFIA GENERAL

ACITORES ALCALDE, J.M. "Lesiones causadas por la bomba atómica. Medidas sanitarias de lucha", Rev. de Aeronáutica núm. 124. Madrid, 1951.

ACOSTA, J. Historia Natural y Moral de las Indias. Sevilla 1590.

ACHUARY, ANDRE, CABANON y RICHET. "Anoxias" en vuelo". La Medicina Aeronáutica. III trim. 1956.

AGGAZZOTTI. 1) Giorn. Med. Mil. vol. 16 pág. 183. Roma 1918.

- 2) Gazz. Med. Sicl. vol. 21 pág. 104. Catania 1918.

- 3) Giorn. Med. Mil. vol. 17 pág. 218. Roma 1919.

AGGAZZOTTI, A. e GALEOTTO, G. Giorn. di Med. Milit. 57 1 y 107. 1919.

AHLGREN. Skand. Arch. Physiol. 58. 1929.

ALEXANDRE and HIMWICH. Amer. Jour. Physiol. 126, 418. 1919

ALVAREZ-SALA MORIS. "Higiene Cardio-respiratoria del Vuelo". Ponencia al Cong. I de M.A. Libro de Com. y Ponon. Madrid 1962.

ALLAARD et EVRARD. "L'homme et l'air". La Physp du passager aerien". Ed. Malvaux. Bruselas 1958.

ALLIOTA. Citado por DERAMOND (Tesis Doctoral. Paris 1932).

AMUSSEN. An. Jour Phys. 132, 555. 1941.

ANDERSON, H.G. Medic. and Surgical asp. of Aviat. Oxford 1919.

ANDREIEW und TROPHIMOUK. Voenno san Delo, 2, 34. 1936.

ANONIMO. Aeromedicine. The Dominant Science.

- Aero Digest. vol. 64, 1. 1952.

ANTHONY, A.J. Luftfahrtmed. I, 291. 1936-37

ANTHONY und ATMER S. Luftfahrtmed. I, 185 y 364. 1936-37.

ANTHONY und SCHALTENBRAND. Luftfahrtmedizin. I, 218. 1939.

APARICIO DE SANTIAGO, J. "Un Servicio de Sanidad en una operación de desembarco aéreo". Rev. de Aeronáutica núm. 19. Madrid, 1942.

- "La Aviación Sanitaria". Rev. de Aeronáutica núm. 24. 1942.

- "El Servicio de Salvamento de las Unidades Aéreas sobre Mar y Tierra". Rev. de Aeronáutica núm. 31. 1943.

- "Servicio de Sanidad en una operación de desembarco aéreo". Rev. de Aeronáutica. núm. 118. Madrid, 1950.

- "El hombre en la danza de la Astronáutica". Rev. de Aeronáutica y Astronáutica. núm. 312. Madrid, 1966.

APOSTOL, O. Index Bibliographica Medicinæ Aeron. Cluj. Rumanía, 1934

APPAIX, GRINDA, HENIN et NOURRIT. "Les Barotraumatismes cochléaires". Les Annales d'O.L., Tomo 78, núm. 6, junio 1961.

APPERLY, F.L. Amer. Jour. Physiol. 122, 179. 1938.

ARMSTRONG. Mil. Surgeon, 83, 148. 1938.

- Journ. Av. Med. 9, 45. 1938.

- H.G. "Principles and practice of Av. Med. Baltimore 1952

- H.G. "Aerospace Medicine". Baltimore, 1961.

- and HEIM. "Effect of flight on the middle ear". J. A. M. A. 109, 417. 1937.

- H.G. y HEIM, I.W. "Efectos de las aceleraciones sobre el organismo" The Journ. of Av. Med. IX núm. 4. 1938.

ASHTONGRAYBIEL. The Jour. Av. Med. Feb. 1946. "The Oculogyril Illusion".

ATMER, S. Acta Aerophysiolg. I, 51. 1934

AYMAT, J.M. "Historia de la Navegación Aérea". Ed. Labor, S.A. Barcelona, 1951.

- AVILES. "Influencia del vuelo sobre el aparato auditivo". Alas, Rev. A. Argentina. Agosto 1934. Buenos Aires.
- AZOY. "La aptitud física de los pilotos aviadores". Revista Esp. de Aeron., VIII. 1933.
- A. "Estudio psicofisiológico de la profesión de piloto aviador". Rev. de Psicolog. y Pedag. núm. 3 1933. y núm. 5 de 1934. Barcelona.
 - "El vértigo". Ed. Marín. Barcelona, 1948.
- BADA VASALLO. "Aviación Sanitaria". Rev. Españ. Aeronáutica Julio 1933.
- BAGUENIER-DESORMAUX. "Cons. sur les apnees volontaires". La satt. en O₂ de sangre. These Med. Imp. Nouvelle, Dijon, 1950. Paris.
- BALDWING and ROBINSON. Proc. Soc. Exper. Biol. and Med. 40 255. 1939.
- BALTA ELIAS, J. "Fundamentos de Radioastronomía". Aster núm. 125. Barcelona, 1963.
- BARACH, FARLAND and SITZ. Journ. Av. Med., 8, 187. 1937.
- BARCELO, J.L. "Peligros espaciales para el organismo humano" Com. al Cong. I.M.A. y C. Madrid, 1962.
- BARCROFT, J. "The respiratory function of the blood. Cambridge, 1925.
- "Die Atmungsfunction des Blutes", I y II. 1927-29
 - "Features in the architecture of physiological function". Cambridge, 1934.
 - and MARSHALL, E.K. Journ. of Physiol. 58, 145. 1923.
- BATENKO und BELOSTOCHIJ. Wert Ophtalm., 13, 816. 1938.
- BATTESTINI PONS y VANRELL ROCA. "El mal de Montaña". Barcelona, 1963.
- BAUER, L.H. "Aviation Medicine". Baltimore, 1926.
- BAYEAUX. Compte. rend. Ac. Sci. vol. 180. 1925.
- BEAN and BOHR. Amer. Journ. Physiol., 123, 11. 1938.
- BECKH HERALDO VON. "Fisiologia del Vuelo". Alfa. Buenos Aires, 1955.

- BEDWELL, T.C. "The face of aerospace Medc. C.I.M.A. and C., Madrid, 1962.
- BEHAGUE, GARSAX and RICHEL. Compt. rendu. Acad. Sci. vol. 186. 1928.
- BEHNKE. Ann. Inst. Med., 13, 22117. 1940.
- BEISCHER. "The upper atmosphere Contact (U.S. Nav.Schoo Av. Med.) núm. 1, 8. 1950.
- BENARY. Zeitschr für Psicol. vol, 15, pág. 161. Leipzig. 1919.
- BENZINGER, TH. Luftfahrtmedizin. I, 326. 1936-37.
- Luftfahrtem., 2, 43, 167-200. 1938.
- BEREST. Secours et secourisme".E.T. y Cientif. Paris 1954.
- BERGET, A. "Une nouvelle conquete de l'homme: l'air." Paris, 1927.
- und BOJE. Skandin. Arch. Phys., 77. 1927.
- BERGERET et GRANDPIERRE. "La M.A. en el XIII C.I. de M. y Farm. Militar. Junio 1951. La Med. Aeronautique. III trim. 1951.
- BERGIN. "Medical prob. of Flynh" 448 págs. E. John Wright. Londres, 1949.
- K. Aviation Medicine. Bristol, 1949.
- BERT. PAUL. "La Pression Barometrique. Masson. Paris 1878.
- BERTRAND "Sinusites barotraumatiques". Thes. Med. núm. 131. Bordeaux, 1954.
- BESANÇON. "Pathologie du bruit en avion". S. Hop. 26. Paris, 1950.
- BETOURNE. "Anoxie. Mise au point". Sem. Hop. 40. Paris 1950.
- BEYNE. Indicat. bibliog. au sujet des questions Medico-Aeronautiques. Rech. Med. y Pharma. Mil 80. 1924.
- J. Journ. Phys et Pathol. Gen. et de Physicochem Biol. II, 1173. 1935.
- BEZINGER, T. Germ. Avial. Med. 1950.
- BIBLIOGRAPHY of Aviat. Medicine. Washington National Research Council, 2 vols. 1946.

- BIGET, P.L. "Les systèmes regenert d'oxig. dans les cab. spat. Com. al C.I. de M.A. y C. Madrid, 1962.
- BILANCIONI. 1) Giorn. Med. Mil. vol. 17 pág. 164. Roma 1919
2) Policlin. vol. 16, pág. 431. Roma 1919.
3) Giorn. de M. Mil. vol. 27, pág. 175 Roma 191
- BINACHI, A. "Introducción al acomportamiento de la Fisiologia humana en astronautica. Buenos Aires 1958
- BINET. Rev. Gen.de Sci. pures et appl. vol. 28, pág. 540. París 1917
- BINET, BOCHET, STRUMZA. "L'ánoxemie". MASSON. París 1939.
- BINET, STRUMZA. "Hipoglobulie, poligl et variations de la duree de resistance a l'ánoxemie aigüe. C.R. Soc. Biol. 131. 1939.
- BINET, L. et STRUMZA, M. C.R. de la Acad. de Scienc. Paris 207, 543. 1938.
- "Mec. de l'influence de l'equilibre acid.-basique sanguin sur la duree de resistance a l'anoxie". C.R. Soc. Biolog. Paris, 144. 1950.
- BINGER, J.C. FAULKNER, J.M. and MOORE, R.L. Jour of exper. Med., 45, 849. 1927.
- BIRLEY, J.L. Med. Rev. Council. Londres, 1920.
- BISHOP, L.F. Jour. Av. Med. 9, 3. 1938.
- BLANC, C. LAFONTAINE, E. et LAPLANE, R. "Utilisation de l'E.E.G. en Med. Aern. Tres Comunicat. al Cong. I.M.A. et C. Madrid, 1962.
- BLANC. L'Aviation des temps modernes. Ed. Larouse. Paris 1953
- BLANCHET. "Contribution a l'etude du syndrome du au bruit Tes. Doct. Med. Nancy, 1956.
- BLEIN. "Contribution a l'etude des manif. phys. patog. dans une atmosf. comprimée. Tes. Marsella 1955.
- BOGARD und KOCH. Mün. Med. Woch. 15. 1934.
- BOICEFF, A., CAPUTO, VIRGILI. "L'E.E.G. nel person. aeronav Criteried orient. nella selezione". II Cong. M.A. Roma 1959.
- BOICEFF, T. MOLINARI. "Due test personalt. confinamento" II C.M. M.A. Roma, 1959.

BONNET SEOANE, "Historia de la Medicina de la Altura. Particular referencia a los ascensos de montañas". Trabajo presentado a la Cátedra de Historia de la Medicina. Madrid, junio de 1953.

BONNIER.P. Compt. rend. Acad. Sci. pág. 1498. 1911.

BOOTHBY-LOVELACE. "Aparatos de suministro de O₂ para usar en los descensos en paracaidas. The Journ. Aviat. Med. núm. 2. 1940.

BORGARD und KOCH. Woch. 199, 1642. 1935.

BOX "Medicina Aeronáutica y Aviación Sanitaria". Imp. Rosaura. Ceuta 1936.

BOYER et STRUMZA. "Precis d'Hygiène Aeronautique". L'Expans. Scientf. Francaise. 1956.

BRACH, F. "E.C.G." en el examen de los aviadores". Luftfahr-med. III. 1938.

BRAUM. Wernher Von. Space Science. Academic Press. New York and London. 1959.

BROUVER, J. Arch. Med. Belg. 88, 307. 1935.

BROWN. "Safety in the air". The engineer, 12. London 1954

- "Desorientation in Flight". Flyngt Pers. Research Commt. núm. 862. 1954.

BRUNNER. Journ. Av. Med., 14, 132. 1943.

BUITRON. "Examen psicotécnico de los aviadores". Comunic. a la Ac. de Med. Aeron. de Madrid. 1941.

BUSNENGO, E. "Alcuni ef. dell'exposiciozione... alle vibrazioni di mot. turbo-propuls". Riv. Med. Aer. e sp. 23, 73. 1959.

- "Funzionalita Cardio-circul..." Tres public. II Cong. I Med. Aer. e Sp. Roma 1959.

BUTHIER. Bull. Acad. Med. Paris. vol. 30, pág. 232. 1918.

CALANDRE, L. y PESCADOR, L. Arch. de Card. y Hem. II, 57 1930.

CALATRAVA, L. "Aerodontalgia". Rev. de Aeronáutica y Cosm. núm. 205. 1958.

- CALATRAVA PARAMO, L. "Aerodontalgia". Cong. I de M.A. y Astr. Madrid, 1962.
- CALVO. "La intoxicación por el óxido de carbono en aviación". II Congr. de Aviación Sanitaria. Madrid, 1933.
- CAMPBELL, J.A. Journ. of Phys. núm. 63. 1927.
- Jour. Phys. I, 95. 1939.
 - "Aerosinusitis". Arch. Otolaryn. 35, 107. 1942.
 - and HARBREAVES. "Aviation deafness". Arch. Otolaryngol. 32, 471. 1940.
- CAMUS and NEPPER. Compt. rend. Acad. Sci, pág. 16. Paris 1910.
- CANBY COURTLANDT. Historia de la Aeronáutica. Traducido al castellano por Florentino Pérez. Ed. Continente. Madrid, 1965.
- CANTERO, FRAILE, VELAMAZAN, MOREJON y UBEDA. "Nuevas aportaciones sobre el equilibrio ácido-base en hipotermia". Com. al C.I. de Med. A. y Astrn. Madrid 1962.
- CAPE, D. Mil. Med. III, 126. 1938.
- CAPORALE, R. "Afezioni dell'orecchio dipendenti o aggravate dell'attività di volo". Com. al II Congr. M. de M.A. e Sp. Roma 1959.
- R. CUTULI, F. "Ricerche audiometriche nell' uomo durante e dopo depressione barometrica". Riv. Med. Aer. e Sp. 22, 26. 1959.
- CARLSON, IVY y otros. Quart. Bull. Northwestern Univ. Med. School 16, 254. 1943.
- CARMENA, E. "Contribución al estudio de la acomodación a la altura". Tesis Doctoral. Ed. Católica. Sevilla, 1952.
- "Problemas de escape humano en aviones de alta capacidad de vuelo". Rev. de Aeron. (1960?).
- CARULLA RIERA, V. "Radiaciones Cósmicas". Anales de Medic. Vol. XLVI, núm. 4. Barcelona 1960.
- CASELLA, B. Riv. di Med. Aer. I, 113. 1938.
- CASELLAS MATARRODONA, F. "El problema humano en astronáutica". Anales de Medicina. Vol. XLVIII núm. 4. Barcelona, 1962.

CLAMANN, H.G. Luftfahrtmedizin. 2, 223. 1938.

- und BECKER-FREYSENG, H. Luftfahrtmed, 4, 1. 1939.

- und HARTMANN, H. Luftfahrtmed. 1, 292. 1937.

CLARKE and C. Amer. Jour. Phys, 142, 483. 1944.

COHEN "Les bruits aeronautiques". La Nature, 3242. 1955.

COREY, LEWYS. "Etiology of expl. decomp. injury. Am. Journ. Phys. 162. 1950.

CRIG and BEECHER. Jour Phys. 26, 467. 1943.

CROUZON, O. Compt. rend. Soc. Biol. de Paris, págs. 530, 532. 1912.

CRUCHET, J. Med. Bordeaux. vol, 19 pág. 399. 1919.

- R et MOULINIER, R. "Les maux des aviateurs pág. 152. 1912. Paris.

- et MOULINIER. "Air sickness, its nature and treatment. London, 1920.

CURVEILLE, ROBERT et BURGEAL. "Les douleurs dentaires de l'aviateur". La Med. Aeronautique. Tercer trim. 1937.

CHAPIN, M.K. "¿Por qué vuelan los hombres?". Buenos Aires, 1946.

CHAUCHARD. "La vie en vol et en plongee". Col. cienc. d'aujourd'hui. Ed. Albin Michel. Paris 1958.

CHINN et NOELL. "Anoxia". School of Med. Randolph Field. 1949

CHRISTENSEN, H. und FARBES. Skand.Arch. Phys, 75. 1937

- und KROGH, A. Skand. Arch. Phys., 73, 145. 1936.

- und SMIDT, H. Skand. Arch. Phys., 73, 155. 1936.

DAGIANTI, A., BUSNENGO, E. "Le comportement hemodinam. de la grande et de la petite circulation du chien en stat d'hipoxie cronique discontinue". Cong. Int. de M.A. et Cosm. Madrid, 1962.

DASTER und MORAT. Arch. Phys. 1884. Citado por PESCADOR.

- DAVIS, P.A., DAVIS, H and THOMPSON, J. Emer. Journ. Phys. 123, 51. 1938.
- DEMANGE. "Contribution a l'etude de l'hyperoxie. Role de la Histamine dans la prod...." Tesis Doct. Nancy, 1956.
- DENIAU, P. Variations de la Press. Arter. et depres. Atmosf. Tes. Lyon 1935.
- DENNIG, H. Dtsch. Med. Woch, 753. 1937.
- DERAMOND, L. Etude de l'influence de la depres. atmosf. experimentale et du vol en avion sur l'activite renhale. Tesis. Paris, 1932.
- DERLATH, S. Directrices medicas abte los viajes aereos. Ars. Médica. Barcelona, 1963.
- DICKSON and. col. "Effects of aeroplane noise on auditory acuity of aviators. Laryng. Otol., 54, 531. 1939
- DILL, D.B., EDWARDS, H.T. and HEIM, J. Journ. Av. Med. 10, 3. 1939.
- and HALE. Journ. Aero. Sci., 9, 220. 1942.
- DIRINGSHOFEN, H Z. Hyg., 112, 222. 1931.
- Acta Aerophys. 1, 48. 1933.
- "Aceleraciones Coriolis". Bol. Inf. Inst. Nac. M. A. Argentina, 1956.
- Die Medizinische núm. 52. Stuttgart. 1. 1956
- und BELONOSCHKEIN. Klin. Woch, 1465. 1932.
- DODGE, J. Exper. Psychol. vol. 6 núm. 1. 1922.
- DOETSCH, W. Luftfahrtm. 2, 354. 1938.
- D'OLIVEIRA ESTEVES, J. "Papel del Médico en Aviación". Rev. de Sanidad Militar Arg., junio de 1934.
- "El examen de aptitud del personal aeronáutico naval argentino". Rev. de San. Mil Arg. abril de 1934.
- "Concepto de tolerancia en el examen de aptitud para los pilotos aviadores". Rev. de San. Mil. Arg., agosto 1934.
- y ROSSIGNOLI. Rev. Med. Latino-Americana, 24 266, 280 y 377. 1939.

DONALDSON ROBERT, T. "Acute Hypoxia during rapid descompression". Aerospace Med. vol. 31 núm. 10. Illinois. 1960.

DORMAN et LAWTON. "Effet sur la tolerance aux aceler. de la supination partielle combiné avec le vêtement anti-G". Jour. Av. Med. vol 27 núm. 6. 1956.

DREAN "La lutte contre le bruit". Tesis Med. núm. 648 Paris 1943.

DREYER, G. and WALKER, E.W.A. "A contribution to the study of the effect of altitude o the blood. Rep. Brit Assn. 83. 1913.

- "The effect of altitude ou blood...". Lancet, 2 1913.

DUBUS Compt. rend. S. Biol. París, vol. 32, pág. 1055. 1919.

DUGAL, FISET. "Sensibility of man to light anoxia". Jour. Av. Med. 21, 5. 1950.

DUGUET "La Med. Aer. en 1949". Maroc Med. 298. 1950.

DURIG, A. Denkschrift Wien Akad. Wis., 86. 1909.

- Verh. des Sportarztetag. Munich, 1930.

EDELBERG et. Col. "Estude comparative de la tolerance hum. aux aceler. a temp de croissance lente u rapide". Journ. of. Av. Med., vol 27, núm. 6. 1936

ELIAS, H. und KAUNITZ, H. Z. exper. Med., 92, 469. 1933.

ELIAS Amer. Jour. of Physiol. 50, 267. 1919.

ELICES y D'HARCOURT. "Contribución al estudio de la Etiolog. y Patogenia del "Mal del Aviador". Archivos de Medicina núm. 352. 1928.

ESTEBAN, M. Las funciones visuales en Aeronáutica. Edición Morata. Madrid 1941.

ESTEBAN, DE ANTONIO, M. "La fatiga visual de los radaristas". Rev. de Aeronaut. y Astro. núm. 252 de noviembre de 1961.

- "Defectos de refracción del personal volante". II Curso de M.A. y Esp. Barcelona, 1962.

ESTEBAN DE ANTONIO, M. "Las lentes de contacto para el personal de vuelo" en colab. con MERAYO. Rev. de Aer. y Astr. núm. 256. 1962.

- "La visión en los vuelos interplanetarios". Bol. Soc. Oftalm. Año III, núm. 6. Madrid. 1962.
- "Algunas cuestiones visuales de interés aeronáutico" (en colab. con MERAYO y GOMEZ CABEZAS). Congr. I de M.A. Madrid, 1962
- "La corrección con gafas de los defectos de refracción del piloto". Rev. de A. y Astr. núm. 263. 1962.
- "La visión nocturna y el vuelo". Soc. Esp. de M. A. Premio de la misma de 1965.

ETIENNE and LAMY. Compt. rendu Soc. Biol. Paris. vol 32, pág. 652. 1919.

ETTORI, J et GRANGAUD, R. C.R. de la Soc. de Biol. 131: 84, 86 y 100. París 1939.

EVRARD, E. "Le step test", sa valeur dans selection des aviateurs". Soc. Belg. d'Education Physique, 6 octobre 1957.

- "Physiologie du vol. Hygiène de l'aviateur". Edic. Serv. Publicité. Bruselas, 1956.
- REWS. "Transm. par radio d'un E.C.G.". Rev. Haute freq. 3, fase 6. 1956.

EWANS, J.N. and FARLAND. Amerc. Journ. of Med., 21, 968. 1938

EWING, H. und HINSBERG, K. Z. Clin. Med., 115, 732. 1931

FABRIS, L., LOMONACO, T. "Congegno per creare e studiare la condizioni di subgravita nell'uomo". II Cong. Mun. Med. Aer. e Sp. Roma, 1959.

FALCONNET et MARIES. "Modes evolutifs de la surdite cocchleaire des aviateurs". La Medicine Aeronaut, Primer trimestre, 1953.

- et ROBERT. "Etude critique des conditions d'aptit. otologique aux personnel aviation". La Med. Aero-nautique. Primer trim. 1953.

FALCHI, L. "Sull'idonieta al servizio di aviazione. G. Med. Mil. Roma, 59. 1911.

- FARAGLIA. "La resit.a la Anoxia estudiada con el método de reinspiración. Riv. de Med. Aeron. sept. 1940
- FARLAND. "Human prob. associated with high-speed and high-altitude flight". Amer. S. of Mechan Enginery. 54-A-230. 1955
- FEDCHENKO, A. Izv. obva Iyubitelei estestv., vol 26, 1976. (Cit. SERGEEV).
- FENN, RAHN, OTIS and CHADWICK. "Voluntary pressure breathing at high altitudes". J. Appl. Physiol. 1, 11. 194
- FERNANDEZ CRUZ, A. "Problemas clínicos y fisiopatológicos que plantea la Medic. Cosmonaut. y espacial". Ponencia al Congreso I de Med. Aer. y Espac. Madrid, 1962.
- "Adaptación del hombre al espacio". Conferencias de M.A. y Esp. C.I.M.A. Madrid, 1966
- FERREE and RAND. Am. Jour. of Ophtalm. 20. 1937.
- FERRY, G. "La aptitud a l'aviation. Le vol en hauteur et le mal des aviateurs". Ed. Balliere. Paris 1917.
- Arch. Med. et Farm. Mil, vol 30 pág. 77 Paris 1918.
 - Ann. de Med., 124. 1919.
 - "Pheomenes nerveux a predominance sympathique consecutifs aux sauts en parachute". Rev. Medica de l'Est., núm. 9, XII. Nancy, 1919.
 - "Influence du vol en avion sur la sante de l'aviateur". Ed. Berger. Paris 1920.
- FIGUERAS BALLESTER. "El estudio estatocinético en aviación". Rev. de San. de la Armada 2º Sem. 1926.
- "Selección del personal de aeronáutica". Ponencia al II Cong. Nac. de Cienc. Médicas. Sevilla 1934.
 - "Estudio sobre el inhibo-discriminometro". Bol. Med. Naval. Octubre, 1934.
 - "Invent. del Dr. Figueras presentados al I Congreso de la seguridad aérea". París, 1930 (Publicado en la Rev. General de la Marina, 1931.
 - "Contraindicaciones médico-quirúrgicas del transporte en aviones sanitarios". Ponenc. al II Congreso de Av. San. Madrid 1933.

- FLACK "Nature", pág. 225. 1918
- "Flyng Stress", London 1918.
- "Lancet", pág. 210. 1918.
- "Proc. Soc. Royal Med.", vol. 14, London 1920.
- FLACK, B. Handb. der. norm. und Pathol. Physiol., T. 15. 1930.
- FLAMME "Contrb. est. apt. physique aviateur". Revue de l'Armee de l'Air. VII. 1934.
- FLEGER, I. Polski. Przegland. Medy. Lot. 7, 1 y 306. 1938
- FLEISCHE, A. Flüg Arch. 214, 596. 1926.
- FLEMMING. Dtsche Med. Woch. 1911
- FRAILE, CANTERO, MOREJON, UBEDA y LUCAS. "Transporte de CO₂ en hipotermia". Cong. I. de M.A. y Cosm. Madrid 1962
- FRANCESCO, E. de, CAPORALE, R. "L'audiometria collettiva nella selezione del personale aeronavigante". Riv. Med Aeron e Sp. Roma, 1959.
- FRITZ= Biochen. Z., 170, 1926.
- FULTON, J.F. "Aviation Medicine in its preventive aspects". Oxford Uv. Press. London 1948
- FURUGA. Acta Soc. of Ophtalm., 41, Japon, 1937.
- GABRE, E. I Kong. f. Luftfahrtmedizine, 1937
- GALAMINI, A. Fisiol. e Med., 7, 267. 1938.
- GALEOTTI 1) Giorn. Med. Mil. vol. 17 págs. 72 y 143
Roma 1917.
- 2) Lancet, pág. 702. 1918.
- GALLEGO FERNANDEZ. "Condiciones fisiológicas para la supervivencia de astronautas en viajes espaciales". Ciclo Conferencias I.M.C.A. 1966.
- GARAIZABAL BASTOS, A. "Aeroevacuación, accidentes y seguridad del vuelo". Ponencia al Cong. I. de M.A. y Cosm. Madrid, 1962.
- GARCIA BLAZQUEZ, A. "La conquista del Aire". Barcelona 1945.

GARCIA MORATO. "Guerra del Aire". Madrid, 1940.

- "Patología del piloto en el vuelo acrobático" y la enseñanza de la psicología del alumno ante el vuelo acrobático. Capítulos VI y VII de acrobacia aérea. Ed. Sousa Pereda. Madrid 1935

GARCIA-CONDE GÓMEZ, F.J. "Mecanismos de las alteraciones morfológicas y funcionales en el sistema digestivo". Cong. I. de M.A. y Cosm. Madrid, 1962

- "Problemas de velocidad y aceleraciones en los viajes espaciales". Ciclo Conf. I.M.C.A. 1966.
- y BONNET SEOANE. Examen para selección del personal volante en España. Medicina Española, núm. 92. Octubre 1946.

GARSAUX, P. Compt. rend. Soc. Biol. París vol. 32, pág. 643. 1919.

- Sev. tech. sect. Mil. Aeron. París 1918.

GARROTE VEGA, M. "Alteraciones hemáticas en el vuelo de altura". Com. a la Acad. de Med. Aer. Madrid 1940

GASPA. "Les Rad. Cosmiques, effets phis-patholog. sur l'homme". Meteorologie, X-XII. 1953.

GAVILAN ALONSO, C. "Anatomía y Fisiolog. del laberinto posterior". Ed. Paz Montalvo. Madrid, 1966.

GEFAN, NIONS, LIVINGSTON. "Expl. decomp. at high altitude". Am. Journ. Phys., 162. 1950.

GEMELLI. Riv. Psicol., vol. 13, pág. 157. Bologna 1917.

GEMELLI, A. Riv. di Med. Aer., T. I, fasc. 3 y 4. 1938.

- CH, L. "Physiology in aviation. Thomas Springfield. III, 1943.
- U.S.Naval Med. 40, 576. 1942.

GERSTACKER. "Cosd. sur la psychiatrie et la psych-patholg. de la guerre. Arch. fr. Psychiatrie, 182. 1949.

GIAJA, J. C.R. de la Soc. de Biol., 127, 1.355. 1938.

- C.R. de la Soc. de Biol., 128, 687. 1938.

BIBBS-SMITH, C.H. "A history of flyng. Ne York. Frederick A, Praeger, 1943.

- The Aerplane and historical. Londres, 1960

- GIBERT, COLIN, CHIKHANI. "Aerodontalgies". La Med. Aeronautique. Tercer trim. 1957.
- GILBERT and GREEN. Arch. Int. Med. vol. 27. 1921.
- GILBERT Zfmh, núms. 14 y 15. 1929.
- GILBERT, E. Dtsch. Med. Woch. 500. 1931.
- Lftfahrrtmedforsch. 10, 3 y 87. 1933.
- GINET "Recherche d'une methode Physiolog. de determinat de la protection vestimentaire". Tesis Doct., Nancy 1956.
- GIULIO "Resistance respiratorie e hipossia". Riv. M.A., 13, 33. 1950.
- GLAISHER, J. Lancet, pág. 559. 1862 (cit. SERGEEV).
- GLICKMAN and GELLHORN. Amer Jour. Physiolog. 121, 358. 1938
- GOEBEL, F. und MARCZEWSKI, F. Polski Przegl. Med. Lot., I, 2. 1938.
- und MILLER, J.M. Polski Przegl. Med. Lot. 8, 81. 1939.
- GOLDHAND, R. Dtsch. Med. Woch, 66, 18. 1940.
- GOLDMAN und SCHUBERT, G. Acta Aerophysiol. 1. 78. 1933.
- GOMA ORDUÑA, J. Historia de la Aeronáutica Española. Madrid 1950.
- GOMEZ CABEZAS, P. "Hipoacusias del Aviador". Rev. de Aeronáutica y Astronáutica, núm. 261. Agosto 1962.
- "Ilusiones sensoriales del Vuelo". Memoria a la Escuela Superior del Aire. Mayo, 1962.
- "Valoración de la sordera en el piloto. Hipoacusia perceptiva del personal de vuelo" (En colaboración con los Drs. Lucas y Merayo) Com. al Cong. I de M.A. Madrid, 1962.
- "Evolución de las sorderas de los aviadores y problemas que plantean". Com. al Cong. I de M.A. celebrado en Madrid en 1962. (Publicado como todas las Ponencias y Com. en el Libro del Congreso).
- "Valoración de las pruebas vestibulares en el reconocimiento del personal volante" (En col. con Merayo y Lucas). Com. al Cong. I de M.A. Madrid, 1962.

- GOMEZ CABEZAS, P. "Equilibrio del aviador". "Ilusiones sensoriales del vuelo". Rev. de Medicina de Guerra, núm. 9. 1963.
- "Hipoacusias perceptivas del aviador". Rev. de Aeronáutica y Astrn. nú. 275. Oct. 1973.
 - "Otobaropatias". Rev. de Aer. y Astr. núm. 291. 1965.
 - "Causas de descalificación de los pilotos españoles" (En colb. con Lucas, Merayá, Esteban) Cong. I.M.A. Madrid 1962.
- GORDON ARTHUR. "Historia de la Navegación Aérea. Barcelona, 1966.
- GORELOV, I.I. Fiziol. Z., 27, 490. 1939.
- GRADENIGO: 1) Giorn. Med. Mil. vol. 16 pág. 3. Roma 1918
2) Arch. Ital. Otolg. vol. 30 pág. 91. Turin 1919.
- GRAFF, W.D. Luftfahrtmed. 1, 351. 1937.
- GRANDPIERRE, R. "L'adaptation de l'organisme au climat d'altitude". Arch. Biolog. Thermo-Climat, 1. 1956.
- "Reactions electriques cerebrales a de courtes periodes de non gravite" (colab. ANGI-BOUST, BRICE, CAILLER, CHATELIER, et ROZIER) Com. al Cong. I de M.A. y Cosm. Madrid 1962.
 - et Colb. "Elements de Medecine Aeronautique" Exp. Sci. Franc. París, 1948.
 - et. Colb. "Vibrations infras. en Aviation". La Rev. Aeronat. núm. 4, IV trim. 1955.
 - et. FRANCK. "The paradoxical action of O₂". Jour. Av. Med., 22. 1952.
 - et GROGNOT. "Mec. prod. lesions O₂ pure" J. Phys. 46. 1954.
- GRAY-BIEL J. Av. Med., 12, 183. 1941.
- GREEN and WEGRIA. Am. Jour Phys., 135, 271. 1942.
- GREENE, R.N. Some Aero-Medical Observations, Mil Surg. núm. 41. Washington, 1917.
- GRENING, CH. P. "Corilis affets en operator movements in rotating vehicles". Aerosp. Medic. vol. 33 núm. 5. Illinois 1962.
- GUBERNALE. "Observ. Med. A., 4. 1952.

- GUIMARAES, G. "Compendio de Medicina Aeronáutica". Imp. Paulista. Rio Janeiro. Brasil, 1947.
- HABER. "Phys. proo. of expl. decomp". J. Av. Med., 21 6. 1950
- "Human flight at the limits of the atm". J. Brit. Interplanet. Soc. 12, 1. 1953
- HAILMAN Pro. Soc. Biol. and Med., 53, 221. 1943.
- HALDAME, G.S., KELLAS, A.M., and KENNAWAY, D.M. J. of Phys. 53, 181. 1919
- B.M.J., vol. 2. 1919.
- and PRIESTLEY. J. Phys. vol. 32 pag. 225. London 1905.
- J.S. and PRIESTLEY. J.G. "Respiration". Oxford 1921
- HALL J.Am. Med. Assu., 119, 1104. 1942.
- HALLER "Elementa Physiologica Corporis Humani. Berlin. 1788.
- HAM War Med., 3, 30. 1943.
- HAMBURGER, RYCEWAERT. "Nouveaux procedes d'exploration fonctionnelle Flammarion. Paris 1949.
- HANN, J. Luftfahrtmed, 4, 318. 1940.
- HANSON, H Germ. Aviat. Med. pag. 1.113. 1950.
- HARTMANN, H. Luftfahrtmed, 1, 2, 1936-1937.
- Luftfahrtmed, 1, 93. 1936-1937.
- Phys. Ergb. der Dtsch. Himalaja-Exped. 1931.
- Z. Biol., 93, 391. 1933.
- HARVEY and colb. J. Cell and Comp., Physiol., 24; 1, 23,35, 117. 1944.
- HASSELBACH und LINDHARD. Biochen. Z, 68, 308. 1915.
- HEDDAUS, J. Luftfahrtmed, 3, 20. 1939
- HEGER und LEMPE. Kongr. Phys. 1920.

- HENDERSON, J. "Aventures in Resp., Williams. Baltimore 1938.
- HERBST, R. und MANIGOLD, K. Arb. Physiol, 9, 166. 1936.
- HERLITZKA. Fisiologia de Aviazione. Bologna, 1923.
- A. "Fisiologia ed Aviazione" Zanichelli, Bologna, 1923.
- HERXHEIMER, KOST und RYJACZER. Arb. Phys., 7, 308. 1954.
- HERZOG "La Montagne" Larousse. Paris, 1956.
- HERRERO ALDAMA. "Trauma Acústico". Rev. de Aeron. núm. 226 1959.
- HEYMANN, C. 16 Kongr. I. Phys. Zurich, 1938.
- HITCHCOCK, WHITEHORN and EDELMAN. "Toler. of normal men to explosive decompression". J. Applied Phys., 1, 6. 1948.
- HOF, E.C. and FULTON, J.F. Bibliog. of Av. Med. Charles C. Thomas. Springfield. Illinois. 1942.
- HOFF, P.M., HOFF, E.B. and FULTON, J.F. A Bibliog. of A.M., Supplement Nation. Research Council. Washington 1944.
- HOFF, E.B. and FULTON, J.F. A Bibliography of aviat. Med. Springfield III. Charles Thomas, 1942.
- HOLMBERG. "The E.E.G. during hipoxia and hiperventilation". E.E.G. Clin. Neurophys. Canadá, 1953.
- HOLMQUIST, A. Acta Aerophys, 3, 9 y 16. 1934.
- HORVATH and Colb. Am.J. Phys. 138, 659. 1943.
- HUNTER "Hypoxia in aviation". Med Technic. 5. 1954
- INGRAHAM, R.C. and GELLHORN, E. Amer. Journ. Phys, 126, 543. 1939.

- JACKSON. "Asp. Sucurité Aerienne". J. Royal Aeron. Soc., . 477. 1950.
- JACOBJ, C. Arch. expr. Pathol. núm. 104: 177, 192,201,217. 1924.
- JACOB "Contribution a l'etude de la Psychologie de l'aviateur." Tesis Doct., Lyon 1949.
- JAILE, OURGAUD, BENOIT, BLET, BERNARD. "Le vision nocturne et ses troubles". Masson. Paris 1950.
- JIMENEZ DIAZ, C., MOGENA, H.G. y LOPEZ FERNANDEZ, Anal. de la Clin. del Prof. Jiménez Díaz, 1, 31. 1928.
- JONBLOED, J. V. Kongr. Dtsch. Gess. Inn. Med. Wiesbaden. 1935.
- De Vliegsport, 10 agosto 1937.
- JONES, I. H. "The ear and aviation", J.A. M.A., 69. 1917
- JOURDANET, D. "Influence de la pression de l'air sur la vie de l'homme. Climats d'altitud et climats de montagne". París 1875.
- JOURNAL of the Aeromedical Society, Le. Ed. desde 1954. Nueva Delhi.
- of Aviation Medicine, Le (Organo de la Aero Medical Association. EE. UU. Publicado desde 1930)
- JUNOD Arch. gen. Med. vol. 5 ser. 9 pág. 157. 1835. (Cit. Sergeev).
- KALTZE, H. und KUFN, W. Luftfahrtmed, 3, 182. 1939.
- KAUNITZ, H. und SELZER, L. Z. exper. Med., 103, 654. 1938.
- KEIS and Colb. Am. Jour. Phys, 138, 763. 1943.
- KEMPNER, W. Am. J. Phys. 123, 117. 1938.
- JENDRICKS, GAGGE. Aeromed. asp. of jet propelled aircraft". Bull. Army Med. Dpt., 9: 6, 7 y 8. 1949
- KERCKHOFF, K. Diss. Giessen. pág. 15. 1936.
- KEYS, A. Ergb. inn. Med., 54, 585. 1938.

- KISTER. Editions. Enciclopedia des Sciences Modernes. Tomo IX "L'Ere atomique". Geneva, 1958.
- KLINGELHOFER, H. Diss. Giessen, pág. 15. 1938.
- KNOCHE, W. Berlin Klin. Woch, 1910.
- KOCH, C. "Reponses E.E.G. après stimulat vestibulaire" Cong. I de M.A. y Cosm. Madrid, 1962.
- E Luftfahrtmed. 1, 40. 1936-1937.
- KOLPAKOV, E. Z. Akad. Nauk. URSS. 8, 373. 1938.
- KOSCHEL, E. Phil. Dr. Diss. Münster. 1920.
- KOSHTOYANTS. "Ensays in the history physiology in Russia. Akad Nauk SSSR. 1946 (cit. Sergeev)
- KOSTEKO. "Voennyi Shornik, april 1877. (cit. Sergeev)
- KOSTITSCH, M. Luftfahrtmed. 2, 227. 1938.
- KOUSNIETSOV. "Oxygenarion sous hyperpression en haute altitude". Rev. Corps. Sante Mil. XIII, 3, 427 1957.
- KRAJEWSKI, F. Polski. Przegl. Med. Lot. 7: 100, 287. 1938.
- KRESTOVNIKOV, A.N. Fiziol. Z., 25, 330. 1938.
- KRONECKER, H. "Uber die Bergkrankheit mit Bezug auf die Jungfrau. Zurich, 1894.
- KRONFELD. Zeirschr, fur Puch, vol. 15, pág. 193. Leipzig, 1919.
- KRUGLY, A.N. Fiziol. Z., 25, 304. 1938.
- KRYLOV, V. Mozhaiskii. Mololaya Gvardiya, 185, pág. Leningrado, 1951
- KUSTEN, F. Z. exper. Med. 103, 622. 1938.
- KUZNETSOV. Changes in the Morbid anatomy of the brain in persistent hyperemia. Thesis 1888.
- KYRIELEIS, W., KYRUELEIS, A. und SIEGERT, P. Arch. Augenkl 109, 178. 1935.

- LANFONT, M. "Normas provisionales para calificar las aptitudes del personal de vuelo en España". Ministerio del Aire. Madrid, 1940.
- "Modelo provisional de Cartilla sanitaria" para el personal de vuelo, vigente en España". M.A. 1940.
- LANGERDORFF, H. "Problemas de actualidad en la protección contra las radiaciones". Monografía. Ciba.
- LANGRAFF. "Actualites otologiques en Aeronautique". La Medic. Aeronautique. Primer Trim. 1955.
- LA SERNA ESPINA, L. "Observaciones y consejos destinados al personal volante, para la mejor tolerancia de las aceleraciones y esfuerzos aerodinámicos". Revista Aeronáutica núm. 4, Marz. 1941.
- LAT HAM "The Oxygen paradoxal". Lancet, 260, 7.781. 1951.
- LAUSCHNER ERWIN, A. "Reflex. sur l'examen de syst. cardiovascl. lors de la selection initiale du pers. navigant., C. al Cong. I de M.A. y Cosm. Madrid, 1962.
- LAVERNHE, RABOUTET et LAFONTAINE. "A propos de quelques problemes d'expertise medicale du personnel navigant de l'aeronautique". Com. al Congr. I. M.A. y Cosm. Madrid, 1962.
- LEEDHAN, CH. L. J. A. Med., 9, 150. 1938.
- LEGRAND, RAND, RITTNER. "La vision des couleurs". Ana. Ocul. 183, 6. Paris, 1950.
- LEHMANN, G. Luftfahrtmed., 2, 137. 1938.
- und SZAKALI, A. Arb. Phys., 5, 278. 1932.
- LENGGENHAGER, K. Schweiz Med. Woch., 66, 354. 1936.
- LEY WILLY. "La conquista del espacio". Juventud. Barcelona, 1956.
- LIEB, C.W. Amer. J. Digst. Diss., 5, 432. 1938.
- LIECHTI, M. Innag. Iss. Zurich. 1934.
- LOEWY und MAYER, A. Klin. Woch. 1926.
- LOMONACO, T. "Descomp. explo. nei voli in alta quota". Riv. M.A., 17. 1954.

- LOMONACO, T. "Appunti per una storia della Med. Aern. italiana". Riv. Med. Aer., 14, 32. 1931.
- "Comportamento del sist. circol. e resp. del pilota durante il volo acrobatico moderno e nel volo spaziale". Riv. M.A. e Sp., 24, 146. 1961.
 - "Evoluzione del pensiero med. aer. italiano dall'inizio dei primi voli al giorn d'oggi". Riv. M.A. e Sp. 24, 429. 1961.
 - "Il fattore umano, causa di incidenti di volo". Riv. M.A. e Sp., 24, 5. 1961
 - "Les recherches les plus recentes accomplies en Italie dans le domaine de la M.A. et Spatiale". Cong. I. de M.A. y Cosm. Madrid, 1962.
 - "L'Uomo in volo. Ed. Abruzzini. Roma, 1950.
 - CROCE, T. "Cond. cardio-circul. dell'Uomo in volo d'alta quota". Riv. M.A., 12, 4. 1949.
 - "Farmaci per mal d'aria". Riv. M. A., 12, 4. 1949.
 - "Gli effetti vibrazioni sull'organ. umano durante il volo". Riv. M. A., 11. 1948.
 - "Influencia de la introducción de un espacio muerto artificial sobre la respiración especialmente acerca de la tensión de los gases en los alveolos". Riv. di M.A. dicembre 1939.
 - SCANO, MEINERI. "Observ. physiolog. sur la motilité de l'homme allège partiellement ou totalement de son poids corporel". Com. al C.I. M.A., Madrid, 1962.
 - SCANO, ROSSANIGO. "Comportamento di alcune funzioni percettivo-motorie durante il passaggio da circa 2 a 0 G ed influenza dell'allenamento". Riv. M. A. Sp., 23, 439. 1960.
 - SCANO, STROLLO, ROSSANIGO. "Alcuni dati sperimentali fisio-psichici sugli effetti delle accelerazioni e della subgravità previsti nell'uomo lanciato nello spazio". Riv. M. A. Sp. 20, 363. 1957.
 - STROLLO, FABRIS. "Sulla fisiopat. durante il volo nello spazio. Comportamento della coordinazione motoria in soggetti sottoposti a valori di acceleraz. varianti da 3 a 0 G". Riv. M. A. Sp. Suppl. 1, 76. 1957.

- LOMONACO, SCANO, LALLI. "Medicina Aeronáutica". Ed. Elementi di Medicina Spaziale. 3 vols. Ed. Regionale. Roma, 1959.
- LOPEZ-COTERILLA, V. "La Aerotitis media del Aviador". Revista de Aeronáutica, núm. 79.
- "La fatiga del Vuelo". Rev. de Medicina de la Universidad de Madrid, 1942.
 - "Los trastornos de los órganos de los sentidos en el vuelo ciego". Comn. a la Academia de Med. Aeron. 1942.
 - "Medicina Aeronáutica y Espacial". Graf. Loreto. Madrid, 1968
 - "Valoración y revisión del cuadro médico en el reconocimiento de pilotos". Ponencia al Cong. I de M. A. y Ast. Madrid, 1962.
- LORTET, P. Rechersch Phys sur le mal des montagnes. Paris, 1869.
- LOTES et GUILLERM. "La codification des aprueves O.R.L. d'aptitude a la navigat. aerienne et sous-marine. Rev. Med. Navale"., IX. 1955.
- LOTTIG, H. Luftfahrtn., 1, 15, 1936-37
- Luftfahrtn., 2, 218. 1938.
- LUCAS, NAVARRO, CANTERO, VILLARES. "Estudio de los electrolitos en hipotermia e hipoxia". Com. C.I.M.A. Madrid, 1962.
- "Variaciones de los electrolitos Na, K en la secrec. gástrica de los distintos grados de hipoxia". Com. al C.I.M.A. Madrid, 1962.
- LUFT, U.C. Germ. Aviat. Med., Cap. IV-J. 1950.
- Luftfahrtmed. 2, 331. 1938.
 - Wien. Klin. Woch., 860. 1939.
- LUFTFAHRTMEDIZIN. Rev. M. A., Berlín 1936-1944.
- LUNDGAAR and SLIKE. Quart. Clin. Chem., 1. 1951.
- LUTZ and SCHNEIDER. Amer. J. Phys., 50, 280. 1919.

- MACDONALD and ADLER. Arch. of Ophtalm. 22, 980. 1939.
- MACFARLAND and EDWARDS. Jour. Av. Med., 8, 156. 1937.
- MACFARLAND AND EWANS. Amer. Jour Ophtalm., 21, 968. 1938.
- Amer. Journ. Phys., 127, 37. 1939.
 - R.A. Bibliog. ou the Select. train and physical fitness of av. pilots. Nat. Research Council. Washington, 1939.
 - and Colb. Arch. Opht., 26, 886. 1941.
 - "Human factors in air transport. design". Mac Graw-Hill Book and Co., New York, 1946.
- MACLACHLAN, P.L. Jour of Biol. Chem., 1. 1931.
- MAGNUS, R. Korpertellung. Berlin, 1924.
- MAISTERRA. "Higiene del piloto aviador". Revista General de la Marina. Tomo II. 1922.
- MALKIN, MAKAROWA, SARBEJEWA. Z. exper. Med. 97, 523. 1936.
- MAIMEJAC, J. "Medecine de l'aviation". Masson. Paris 1948
- MALUQUER, J.J. "Globos y dirigibles". Seix. Barcelona.
- MARGARIA, R. Arb. Phys., 2, 261. 1930.
- Arch. di Fisiol., 26. 1928.
 - 16 Inter. Kong. f. Phys. Zurich, 1938.
 - Riv. de Med. Aer., 1, 7, 1938.
 - Rivista M. A., vol. 2. 1939
 - "Est. Act. Acapnia de MOSSO". Riv. de Med. Aeron. Dic. 1939.
 - "Le forze di accelerazione a la condizione di subgravita in volo". Riv. Med. Aeron., 20, 175. 1957.
 - "La condizione di subgravita e la sottrazione dallo effeto delle accelerazioni". Riv. Med. Aeron., 16, 469. 1953.
 - GUALTIERTTI, T. "Body susceptibility to higt accelerations and to zero gravity conditions". II Congr. I.M.A., Zurich, 1950
 - et GUALTIEROTTI. "La percepzione del moto l' equilibrio e l'orientamento in condizione di gravitazione nulla". Riv. Med. Aer. e Spac. 25, 450. 1962.

- MARGARIA and TALENTI. Acta Aerophys., vol. 1, núm. 1. 1933.
- MARIMON RIERA, L. "Historia de la Aeronáutica". Imp. Acad. General del Aire. San Javier, 1971.
- MARIUS LLEGET. "Presente y futuro de la Aeronautica". Labor Barcelona, 1973.
- MARQUIS, R. Hygiene pract. de l'aviateur et de l'aeron. Paris, 1912.
- MARSHALL, G. Proc. Roy. Soc. Med., 30, 995. 1937.
- MARTIN CALDERIN, A. "Síndromes Otobaropáticos". El Siglo Médico, núm. 4739. Madrid, 1947.
- MATEFF und SCHWARZ. Pflug. Arch., 236, 77. 1935.
- MATHOW "Action des eaux miner et de la depres atm. sur la ten. de sang. et des org. du glutathion reduit. Tesis de Lyon, 1935.
- MATSUO, T. Bull. Nav. Med Assoc., 27, 50. Tokyo, 1938.
- MAUBLANE et RATIE. Guide pratique pour l'exam. medical des Aviateurs. Paris, 1920.
- MAYCOCK "J'etais Medecin dans la R.A.F.". Trad. le francais pour JOUAN. Ed. France Empire. Paris 1957.
- MAZZELLA, APULOCCI. "Istologia dell'osso e variazioni ematiche dopo decompressione esplosiva". II Cong. Mon. Med. Aer. Roma, 1959.
- "MEDECINE AERONAUTIQUE, LA". Bulletin du Service de Sante de l'Air. Ed. de 1946 a 1959. Paris.
- "MEDELANDEN FRAN FLIG-OCH NAVAL MEDICINISKA NAMUDEN". Ed. desde 1952. Estocolmo.
- MEINERI, PAOLUCCI. "Contributo alla conoscenza degli effetti dell'ozono sull'organismo". II Cong. M. Med. Aer. Roma, 1959.
- MELCHING, H.G. "Efectos nocivos de las radiaciones en el hombre". Ciba, Tomo VIII núm. 4. 1960.
- MELDOLESI. "In tema di protezione interna dalle radiazioni ionizzanti". II Cong. M. de Med. Aer. e Sp. Roma, 1959
- MELIAN, A. "La fatiga ocular". Psicotecnia. Enero, Madrid 1940.
- J. "El sentido cromático". Instit. Nacional de Psicotecnia. Madrid, 1940.

- MEILAN, J. "La percepción de profundidad como aptitud profesional". Psicotecnia. I. núm. 5. Madrid, 1940.
- MERAYO, F. "Consecuencias médicas de los vuelos de altura". Rev. de Aeronáutica. núm. 85. 1947.
- "Reconocimiento y profilaxis de pilotos mediante pruebas funcionales". Revista de Aeronáutica, núm. 102. Madrid, 1949
 - "Influencia del alcohol y tabaco en el personal volante". Revista de Aeronáutica, núm. 112. 1950.
 - "Importancia de la necesidad de continuar los estudios de anoxia anóxica. Revista de Aeronáutica. núm. 122. 1951.
 - "Estudio de las aceleraciones en Med. Aeron." Rev. Aeronáutica núm. 133. 1952
 - "Estudio sobre las variaciones circulatorias producidas por la respiración a presión". Rev. de Aeron. núm. 155. 1953.
 - "La dieta del Ejército del Aire. Rev. de Aeron. núm. 158. 1954.
 - "Higiene del aviador". Rev. de Aeronáutica, núm. 214. 1958.
 - "Podremos vivir en Marte". Rev. de Aeron. núm. 236. 1960.
 - "Consideraciones sobre el vuelo espacial". Rev. Aer. núm. 238. 1960.
 - "Bases fisiológicas de las ilusiones sensoriales de vuelo". Medicamenta núm. 220. 1962.
 - "Sobre un caso de accidente por vértigo de Coriolis". Archivos de la Facultad de Medicina de Madrid. Feb. 1962.
 - "Mal de altura". Arch. de la Facultad de Medicina. Agosto de 1962.
 - "Limitaciones fisiológicas de los trajes de sobrepresión". Anal. Soc. Esp. de Med. Aeron. Feb. 1962.
 - "Sobre el reconocimiento del personal volante". Anal. de la Soc. de Med. Aeron. 1962.
 - "Causas de descalificación de los pilotos españoles (En colb. con LUCAS, ESTEBAN y GOMEZ CABEZAS) Cong. I de M. A., Madrid, 1962.

- MERAYO, F. "Orientación en gravedad CERO". Arch. Fac. de Medicina de Madrid, vol IV, núm. 4. Oct. 1963.
- "Study of the paradoxal apnoea". Congreso de Aerospace Medicine. Los Angeles, 1963.
 - "La alimentación del piloto". Rev. Aeron. y Astron. núm. 269. 1963.
 - "Problemas fisiológicos de los vuelos de altura". Rev. de Aeronáutica. núm. 74. Madrid, 1947.
 - F., BONNET, A. "Estudio sobre las Cámaras de Baja Presión". Rev. de Aeronáutica núm. 91. 1948
 - F., ESTEBAN y GOMEZ CABEZAS. "Unificación de medios de señalización en Aeronáutica". Congreso de I. de Med. Aeron. Madrid, 1962.
- MEREU, R. "Avio-transporti sanitaru". Riv. Med. Aeron., 2, 119. 1942.
- MILANO, A. "Examen médico y psicofisiológico de los aviadores militares". Archs. Argentinos de Psicol. normal y patol. Terapia neuromental y cienc. afines. 1934.
- "Organizac. moderna de los Gabinetes Psicofisiol. para el examen del personal navegante del Aire". Alas, Rev. Aeron. Argentina. Buenos Aires. Agosto de 1934.
 - El Gabinete psicofisiológico de la Dirección General de Aeronáutica Argentina. Rev. Esp. de Aeron. Abril de 1935.
- MISSENARD. "Les condit. physiopatol. des evacuations sanitaires par avion". Med. Trop. 3. 1949.
- et DIGO. "Phychiatrie et aviation". Encyclop. Med-Chirurg. Soc. Phychiatrie. 37745. A10. p. 1
- MISSIURO, NIEMIERKO, PERLBERG and PAWLAK. Acta Biol. exper. 13. 110. Varsovia, 1939.
- MOFFITT. TONNDORF, GUILD. "The vestib. appat. Phys. and applic. to. av. Med". School of Av. Med., R.F. 1948.
- MOLDENHAUER, F., HERRERO ALDAMA, P. "Estudio E.E.G. y psicológico en una unidad de pilotos de combate". Cong. I.M.A. y Astron. Madrid, 1962.
- MONACO, B. Rivista de Med. Aer., 2, 1. 1939

- MONACO, B. Riv. Med. Aeron. 2, 143 y 252. 1939.
- GENELLI, MARGARIA. "Trattato di Medicina Aeronautica". Ufficio Ed. Aeronautico, Roma 1942.
- MOPURGO. Vehr Klimat. Tagg. Davos. 1925.
- MORELL, GUARDIA, La. "Aspectos fisiológ. del vuelo a gran altura". Rev. de Aeronáutica, núm. 206. 1958.
- MORIKOFER. Vehr. Schwiez Naturforsch. Gess. 282. 1932.
- MOSSO, A. C.R. de la Soc. de Biol., 223. Paris, 1897
- "Der Mensch auf den Hochalpen". Leipzig, 1899.
- Arch, Ital. Biol. Pisa, 43: 197 y 200. 1905.
- "Fisiologia dell'Uomo sulle Alpi". III. Edi. Trevs. Milano, 1909.
- MOULINIERE, R. Gazet. Soc. Med. Bordeaux, vol. 31, pág. 457 1910
- MUÑOZ CARDONA, CANTERO, LUCAS, FRAILE. "Resistencia a la hipoxia en hipotermia. Comun. al C.I.M.A. Madrid, 1962.
- MYERS "The army med. Bull War Deprt. Washington, núm. 36. 1934.
- NAQUET. "Physiologie et considerations génér. concernant les ascensionnistes, aeronautes et aviateurs. París, 1907.
- NAYLER, J.L. "La Aviación al día". Buenos Aires, 1944.
- NEWBURG et COLL. "Physiol. of heat regulation and the science of clothing". Ed. Sannders and Co. London, 1949.
- NEWTON. "El factor humano en los accidentes de aviación". Medicina deportiva y del trabajo". Argentina, 1943.
- NIELSEN, M. Skand. Arch. Phys. Suplmt. 74, 87. 1936.
- NIETO BUQUE, M. "La gravedad y su repercusión en el hombre". Anales de Medicina. vol. XLVII núm. 1. 1961.
- "Medicina del espacio". Avión 1960. Madrid 1961.

- NIETO BOQUE, M. "Historia de la aportación española a la Aerocosmonautica". Comun. al Cong. I de M.A. y Cosm. Madrid, 1962.
- "Universalidad de las ciencias del espacio". Iberavión núm. 45. Madrid 1963.
 - "Aspectos médicos del viaje espacial". Le Monde Medical núm. 985. Barcelona, 1964.
 - "Vida humana y Espacio". Tratado de Medicina Aeroespacial". Edit. Jims. Barcelona, 1965.
 - "Problemas actuales de la Medicina Aerocosmonáutica". Bol. del Consejo Gen. de Coleg. Med. de España núm. 178. Madrid, 1974.
 - "Historia de la Astronáutica". I Ciclo de Conf. de Cienc. Astron. y Med. Espac., C.I.M.A., Madrid, 1965.
- NOELL- W. Germ. Aviat. Cap. IV: G y H., 1950
- NORTHROP, LIERE, SLEETH. Amer. Jour. Physiol., 123, 156. 1938.
- NOVO LOPEZ, J. "Evolución Histórica de la Medicina Aeronáutica". Tesis Doctoral, Barcelona, 1971.
- NOVOA SANTOS, R. "Patología Postural". Calpe. Madrid, 1934.
- NUTTALL. "Le probleme de la desorientation Spatiale". The Jour. Av. Med. Assoc., Feb. 1958.
- OLEA. "El sentido del espacio en los vuelos entre nubes". Rev. Española de Aeronáutica. Madrid Oct. 1933.
- OLUJANSKAJA, R.P. Arch. Physiol., 9, 528. 1937.
- O.M.S. Informe Técnico núm. 174. Ginebra, 1959.
- Reglamento Sanitario Internacional de Aeropuertos. Ginebra, 1960.
- OPITZ, E. und TILMANN, O. Luftfahrtmed. 2, 94. 1938.
- Germ. Aviat. Med., IV-A. 1950.
- OSHIMA. "La Medec. de l'espace aux EE. UU. Rev. Corps. Sante Mil. XIII, 3, 425. 1957.

OSMUN BARRE, E. "Flying and Medicine". New York, 1943.

OVINGTON, E.L. "The physic factors in aviation. Jana
núm. 83. 1914.

PALME, F. Germ. Aviat. Med., IV-C. 1950.

PAPPI, A. e ROVIGATTI, G.C. Il Polic. Sec-Pract. 101, 1939.

PARRILLA HERMIDA. "La anoxia en la evacuación aérea". Rev.
de Aeron. núm. 212. 1958.

PARRY et FOLKEMA. "Aviation Psychology in Western Europe".
Swets et zeitlinger. Amsterdam, 1958.

PASCUAL QUINTANA. "Protagonista: El hombre". Rev. de Aero-
náutica núm. 222 y 232 (I y II) 1959 y 1960.

- "La Psicotecnia en el Ejército del Aire". Re-
vista de Aeron. núm. 280. Madrid 1964.

PAUGAIN. "Aspect psychopathologique du mal de l'air.
Tesis. Nancy, 1955

PAYSICS Medicine of the Upper Atmosphere. Ref. Sym-
posium Spon. Sored by the USAF School of
Av. Medicine. Epitonal Board. Estados Unidos
(1961?)

PERELMAN and SERKIN. Arch. Biol. Nauk, 50, 60. 1938.

PEREZ GRIFO. "Biología de la fatiga en relación con la Me-
dicina e Higiene Aeronáutica". Rev. de Aeron.
núm. 30. 1943.

- "La aviación Sanitaria como medio de evacua-
ción de heridos de las grandes Unid. terres-
tres". Rev. de Aeron. núm. 103. 1949.

- "La asistencia quirúrgica en las Divisiones
de tropas paracaidistas". Rev. de Aeron. núm.
115. 1950.

- "Efectos de la explosión de la bomba atómica
sobre el organismo humano". Rev. de Aeronáu-
tica, núm. 129. 1951.

PEREZ NUÑEZ. "Condisiones físicas del personal navegante".
Herald. Dig. Feb. de 1920.

- PESCADOR del HOYO. "Algunas notas sobre higiene y protección de la vista en el aviador". Revista de Aeronáutica núm. 14. Madrid, 1942.
- Comunicación al Instituto de Medicina Aeronáutica. Madrid, 1940.
 - "Existe una gastroenteropatía profesional del Aviador". Revista de Aeronáutica núm. 9. Madrid, 1941.
 - "Medicina Aeronáutica. El vuelo de alta cota". Editorial Científico Médica. Barcelona 1941.
- PETERS, LE RAY and BULLOCH. Arch. Intern. Med. 12, 456. 1913.
- PETERSEN, R. and PETERSEN, W. Jour. Lab. and Clin. Med., 20, 723. 1935.
- PETIT, Edmond. "Historia Mundial de la Aviación". Barcelona, 1967.
- PETROVIC, R. Vazduhoplorni. glasnik. 43. 1938.
- PEZZANI. "L'elicottero per l'assistenza sanitaria". Riv. M.A., 17. 1954.
- PICCARD. "Proc. Staff. Meet". Mayo Clin., 16, 700. 1941.
- PICKETT, A. and LIERE, E.J. Amer. Jour. Phys, 123, 163. 1938
- PINCUS, and HOAGLAND. Jour. Av. Med., 14, 173. 1943.
- PITTS, R. Phys. Rev., 26, 609. 1946.
- PLAS, BOURDINAUD, MISSENARD. "Le test de Flack, eprueve d'aptitude caadio-resp., Presse Med. 1950.
- PLETCHER. "N. concep. With reference to the movement of the sick and woruded by air". Mil Surgeon. 104, 5. 1949.
- PLICHET. "Le traitement du mal de l'air". Presse Med. 63, 892. 1949.
- POOLE et BESSER. "Health maintenance of test pilotes". Jour Av. Med. 1, 20. 1949.
- PORTER, H.B. Jour. Av. Med., 7, 120. 1936.
- PORRAS DE LA MATA, J. "Conocimientos médicos actuales sobre la fatiga de vuelo en avión a reacción. Matacán. Salamanca.

- PORTMANN y BURUCOA. "Ef. moteurs a reaction sur l'oreille". La Med. Aeronautique, 4^e trim. Paris 1956.
- POU DIAZ. "Pruebas psicológicas para los aviadores". Comunicación a la Academia de Medicina Aeronáutica de Madrid, 1941.
- PRATT. "Troubles de l'equitation en aviation". Ann. O.R.L., 4, 63. 1954.
- PRIKLADOVIZKIJ und GURIC. Voenn. San. Delo, 23, 47. 1936.
- PUGA. "Aceleraciones en Aeronáutica". Sanid. Aeron. 5, 1. 1950.
- PUIG QUERO. "Aviación Sanitaria". Rev. Españ. Aeronáutica. Oct. 1932.
- M. "El Cuerpo de San. del Aire". Ponencia al II Cong. I. de Av. Sanit. Madrid, 1933.
 - "El II Congreso I. de Av. Sanitaria". Rev. Aeron. Madrid, Marzo de 1934.
 - "Transformación de los aviones comerciales en aviones sanitarios". Ponenc. al III Cong. de Av. Sanit. Bruselas, 1935.
 - "Utilización del avion comercial o privado para fines sanitarios". Revista Españ. de Aeronaut. Julio de 1935.
 - "El reposo de los aviadores". Rev. Esp. de Aeronáutica. Febrero de 1936.
 - "Algunas consideraciones sobre Med. Aeron. de utilidad para los aviadores". Rev. de Aeron. núm. 41. Madrid, 1944.
 - "El Servicio Sanitario en tropas aerotransportadas y de paracaidistas". Rev. de Aeronáutica núm. 136. Madrid, 1952.
 - y SPENCER. "El Cuerpo de Sanidad del Aire". Rev. de Aeronáutica, Abril de 1934.
- QUIX. "Le Mal de Mer". "Le Mal des aviateurs". Paris, 1924.

- RAUDALL. Am. Heart Jour., 27, 234. 1944.
- REID. "Vis. test of fat in operat flyng". Brit. J.A. Med., 3, 3. 1949
- REIN, H. Ergb. d. Phys., 32, 28 y 44. 1931.
- 16 Internt. Kong. A. Physiol. Turig. 1928.
- REVGLIO, G.M. Rassgn di Med. appl al Laboro. 5, 152. 1934.
- REVUE INTERN. DES SERV. DE SANTE des Armes de Terre, Mer et de l'Air, et du Corps Veterinaire". Edite depuis 1960. Paris
- REVUE DE MEDECINE AERONAUTIQUE. Organe Officiel de la Societe Francaise de Phys. et M.A. et Cosmonautique. Edite depuis 1961. Paris
- RICHARDSON "Clin. E. Myog. in the Royal Air Force. Proc. Roy. Soc. Med. 8, 42. 1949
- RICHERT, GARXAUX et BEHAGUE. Rev. Neurol., 34. 1076. 1927.
- RICHOU. "L'helicoptere, instrument de travail aerien". Forces Aer. Franc. 1956.
- RIOS SASIAIN, M. "El problema de las avitaminosis en oftalmología". Comun. a la Academia de Medicina Aeronáutica. Madrid, 1941.
- "Influencia de la hipoxemia de la altura sobre el sentido luminoso, cromático y campo visual". Tesis Doctoral. Universidad de Madrid, 1944.
- "El sentido luminoso en Aeronáutica". Rev. Aeronáutica, núm. 64. Madrid, 1946.
- RIVISTA DI MED. AERONAUT. E SPAZIALE, LA. Edit. a cura del Servizio Sanit. dell'Aeronautica Militare. 1938-1939.
- RIVOLIER. "Medicine et Montagne". Arthaud Masson. Paris 1956.
- ROBERT, P. "L'audition de l'aviateur". La Med. Aeron. Tercer trim. 1954, 1955 y 1956.
- ROBERT et BENFORD (E.U.) "Origene et developpement de la literature Med. Aeronautique". La Med. Aeron. Primer trim. 1955. Paris
- ROBERT et BURGEAT. "Quelques considerations sur la susceptibilite auriculaire au bruit". La Med. Aeron. núm. 4, 4º trim. 1955.

- ROBERT, SEMETTE, BURGEAT et VERTUT. "Traumatisme sonore..."
La Med. Aeron. 4^e trim. 1957.
- et VERTUT. "Quelques considerations sur les courbes
audiométriques en l'avis chez l'aviateur". La
Med. Aeron. 4^e trim. 1958.
- ROBERTSON. "Laringoscope. vol. 32. 1922.
- ROBSON "Les contre-indications médicales de l'avion".
The Practitioner, núm. 160. 1948.
- ROCAMORA, M. "Historia de la Navegación Aérea". Barcelona,
1948.
- RODNYKH, A. "The history of ballooning and flight in Russia"
St. Pb., pág. 11. 1911 (cit. SERGEEV).
- ROSEL GARD. "Aviation Medicine in the evaluation of new
Naval Aircraft". Journ. Aviat. Med. 1951.
- ROSS, A. Mc. FARLAND. "Human factors in air transportation"
Mc. Graw-Hill Book Company-INC. New York, To-
ronto, London. 1953.
- "Human factors in Air transportation" Design.
Mc. Graw-Hill Book Company-INC. New York, 1960
- ROYAL THAI AIR FORCE. MEDICAL GAZETTE. Pub. Trim. Bangkok
(pub. desde 1952.)
- RUEDA. "Higiene Aeronáutica". Revista General de la
Marina, Tomo I, 1932.
- RUFF. "Luftfahrtmedezin", 1, 141. 1936-1937.
- RUFF, A. and STRUGHOLD, H. "Atlas der Luftfahrtmedizin".
A. Barth. Leipzig, 1942.
- "Grundriss der Luftfahrtmed". Barth. Leipzig,
1930.
- RUHL, A. 47 Kong. Dtsch. Gess. inn. Med. Wiesbaden, 1935
- Luftfahrtmed. 1, 241, 1937.
- Luftfahrtmed. 2: 176 y 206. 1938
- Z.f. Kreislaufforsch. 30, 393. 1938.
- Dtsch. Med. Woch., 66: 18, 485. 1940.
- FRANKE und. KNEBEL. Luftfahrtmed., 1, 241. 1937
- KUHN und. MULLER. Luftfahrtmed. 3, 285. 1939
- RUIZ GIJON. "El mal de altura descrito en el Siglo XVII
por los conquistadores españoles". Rev. de
Aeronáutica, núm. 80. 1947.

- RUIZ GIJON. "Problemas fisiológicos en el vuelo de altura". Rev. de Aeronáutica, núm. 74. 1947.
- "Acción tóxica del Oxígeno". Medicina, 1950.
 - GRANDE COBIAN y MERAYO. "Estudio general de la dieta en el Ejército del Aire". Rev. de Aeronáutica núms. 139, 141 y 143. Madrid, 1952.
- SAFFIOTI. Giorn. M. Mil, vol. 17 pág. 180 Roma 1919.
- SAMTER, Y. Neuropat. i. t. d., 7, 74. 1938.
- SANJURJO MORENO. "Entrenamiento Fisiológico". Gráficas Virgen de Loreto, 190 págs. Madrid, 1960.
- "Problemas que plantea el vuelo instrumental". Rev. de Aeronáutica y Astron. núm. 254. Madrid, 1962.
- SANTAVI, F.R. C.R. de la Soc. de Biolg. de Paris, 129, 112. 1938.
- SANTORO, G. "L'Aeronautica Italiana nelle seconda guerra mondiale". Esse. Milano, 1957.
- SAUSURE, de. "Voyages dans les Alpes". Genova, 1796.
- SCANO. "L'Iperossia". Publ. en los 4 tomos de la Riv. de M.A., Roma, 1958.
- SCOTT. Mil Surg., pág. 300. 1923.
- SCHAFER, E. Luftfahrtmed. 3, 257. 1939.
- SCHALHTER. "Remarques et positions critiques sur le psycholog. de Rorschach". L'encephale, 9, 38. Paris 1949.
- SCHALTENBRABD, G. Munch Med. Woch, 934. 1933.
- SCHELONG und HEINEMEIER. Z. esper., Med, 89, 49. 1930.
- SCHLOMKA und REINDELL. Arb. Phys., 8. 1934.
- SCHMIDT. Luftfahrtmed, 2, 55. 1938.
- H. Sasmaska, 11, 33. 1939.
 - I. Bibliog. der Luftfahrtmedizin. Julius Springer 1938 y Supl. 1943. Berlín.

- SCHMIDT, I Bibliographie der Luftfahrtmedizin, J. Springer Berlin, 1938.
- and FRIGGE. Dtsch. Arch. Klin. Med., 85, 245. 1939
- SCHITZ, J. Jour. of Phys., 24, 19. 1899.
- Luftfahrtmed., I, 361 37-38.
- SCHNEIDER. 1) Jour. Am. Med. Assoc. vol. 24. 1920.
2) Mil. Surg. 1923.
- and CLAKE. "Amer. Jour. Phys.", 74, 354. 1925.
- and CLARKE. "Amer. Jour. Phys.", 75. 297. 1926.
- and CLARKE. "Amer. Jour. Phys.", 76, 354. 1926.
- and TRUESDELL. "Amer. Jour. Phys.", 55, 1. 1921.
- SCHUBERT, H. "Hydience un Prophyl. der Luftfart. Aeronautik und Aviatik. Ost. Sanitat. Sw. Wien, 25. 1913.
- G. Pflug. Arch., 231, 1. 1932.
- "Physiologie des Menschen im Flugzeng. J. Springer. Berlin, 1935.
- SCHUMANN, H. Luftfahrtmed., 4, 204. 1940.
- Luftfahrtmed., 1, 82. 1936-37.
- SHOR, A.S. "Aerial Navegation in life, St. Pb. 1912 (cit. Sergeev)
- SERGEYEV, A.A. "Ocherki pe Istorii Aviatsionnoy Meditsiny". U.S.S.R. Academy of Sciences Publishing House Moscow, 1962. (NASA Technical Translation, 1965).
- SIKORSKI, S. Polski Przegląd Med. Lot., 7, 151. 1938.
- SILLEVAENS. Arch. Med. Belge., 89, 26. 1936.
- SINGER, W. Z. Exper. Med., 66, 45. 1929.
- SNAPP et ADLER. "O₂ toxicity". School of Av. Med. RAF. 1948
- SOBEL "Anxiety Depressive reaction... The old sergeant syndrome". Bull. U.S. Army. Med. Dept. 1949.
- SOMERWELL. Jour. of Physiolg., 60. 1925.

- SPYCHER, C. Z. Arb. Phys., 4, 390. 1931.
- STANBLI, T. Balneol., 3. 1910-1911.
- STAPP. "Human toler. to deceleration". Jour. Av. Med. 1, 22. 1951.
- STARKIEWICZ, W. Polski. Przegl. Med. Lot., 5, 82. 1936.
- STEEH, H. Luftfahrtmed, 3, 21. 1939.
- STEHFEN, M. Luftfahrtmed., 3, 191. 1939.
- STEWART, ROXBURG. "Phys. asp. of high speed Flight". J. Roy. Unit. Serv. Inst., XLIII. 1948.
- STICKNEY, and VAN LIERE. Jour. Av. Med., 13, 170. 1942.
- STROHL, E. Zbl. Phys., 93. 1930.
- STROLLO, M. "Effetti d'ordine psicologico in rapport ad esperienze sul confinamento umano". II Cong. M. de Med. Aeron. Roma, 1950.
- "Factori consci ed inconsci nel determinismo dello incidente aereo". Riv. Med. Aeron e Spac. 24, 569. 1961.
- STRUGHOLD, H. Z. f. Flugtech. und. Motorluft., fase. 14. 1929
- Zfmh., núm. 14-15. 1929.
- Z. F. Flugtech und Motorluft., fac. 9. 1930
- 16 Kongr. Internt. f. Phys. Zurig. 1938.
- Luftfahrtmed., 5, 53. 1938.
- Luftfahrtmed., 1, 58. 1936-37.
- Stsch. Med. Woch., 65. 8, y 285. 1939.
- STRUMZA "Pérdida de peso, Gravedad CERO". I.C.C.A. y M.E., C.I.M.A. Madrid, 1965.
- et BOYER. "Precis d'Hygiene aeronautique". Ed. Exp Scientf. Francaise. Paris, 1936.
- SWANTON, V. "Aviation and common sense. Flight, 3. 1911.

- TABUSSE. "Problemes pneumologiques en Aeronautique".
Encyclopedie Med-Quirurg., Poumon -5-. 1959
(6080-A¹⁰, 1-9)
- et MAINARD. "Les effets de la citesse et des
accelerations sur le systeme cardio-vasculai-
re". La Sante de l'Homme. Paris Janvier-fe-
vrier, 1956.
 - et MAINARD. "Les principales contr-indications
medicales au voyage por avion". Rev. Med.
Franc., Juin. 1956.
 - et SALVAGNIAC. "Affections medicales et transports
aeriens". La Medec. Aeronautique. troisieme
trim. 1956.
- TALENTI, C. Arch. di Scien. Biol., 14, 125. 1930.
- Arch. di Scien. Biol., 10, 1937.
 - "La respirazione in alta quota". Saggiatore,
1, 14. 1940.
 - "Variazioni della respirazione a bassa pressio-
ne barometrica ed in ambiente a basso contenu-
to di O₂". Riv. Med. Aeron, 2, 201. 1939.
- TERREROS, M. "La Sanidad en el Ejército del Aire". Rev.
de Aeronautica y Astron. núm. 247. Madrid 1961.
- THULLIEZ. Arch. Belg. du Serv. de Sante de l'Armée. 1936.
- TIGGES, F. Z. Kreislaufforsch., 1936.
- TREUTLER, H.K. Luftfahrtmed., 2, 367. 1938.
- TRIFONOW, P. Vestu. otol. i. t. d., 6, 631. 1938.
- TSCHERMAK. Acta Aerophysiol., 1, 65. 1936.
- UGEDO ABRIL. "Neurosis de guerra en las Fuerzas aéreas"
Rev. de Aeronáutica núm. 149. Madrid, 1953.
- "Descompresión explosiva". Rev. Aeronáutica
núm. 220. Madrid, 1959.
- UGLOW, MARTISCHENKA und GOLDBERG. Arb. Phys., 9, 387. 1937
- URY, and GELLHORN. Amer. Journ. Phys., 123, 207. 1938.
- Jour. Neurophys., 2, 136. 1939.

- U.S.A. Depart. F.A. "German Aviation Medicine World War II". Superintendent of Doct. U.S. Government. printing Office, W 25. D.C. 1946.
- "Air Force Psychiatry and Neurology". SAM Textbook, núm. 4. United States Armed Forces Medical Journal. Rev. pub. desde 1950.
 - "Aviation Otolaryngolog.". Army Air Force School of Aviat. Medec., Randolph Field. Texas 1951.
 - "Aviation Otolaryngolog." Air Univers. Usaf School of Aviat. Medec. April, 1956.
 - Lectures in Aerospace Medicine. Brooks. A.F.B. Texas, 1960-61.
 - Bibliography of Space Medicine. Depart. of Health, Educat. and Welfare. Nat. Library of Med. Washington, 1958
- VALLE JIMENEZ. Tesis Doctoral. Madrid, 1951.
- "Estudio histio-fisiológico del Sist. Ret. Endo en relación con la P. Atmosf." Public. Instituto Cajal. Madrid.
 - y RUIZ GIJON. "Observaciones sobre la toxicidad del O₂ y su aplicación a la Higiene del Vuelo". Rev. Aeronáutica núm. 106, de 1949.
- VANNOTTI und MARKWALDER, T. Exper. Med., 105, 1. 1939.
- VAVALA "The present status of aeroembolism". Jour. Av. Med., 26, 3, 1955.
- VEGA, R. Semana Med. de Buenos Aires, 1040. 1938.
- VELHAGEN, K. Luftfahrtmed., 1 : 116, 127 y 343. 1936-1937.
- VENDITTI et LALLU. "Le intosscazioni da carburanti con particolari riferimento a quelle che si verificano in campo aeronautico". Riv. Med. Aeron. e Sp., 23, 57. 1960.
- VERIGO, B. "Principles of the Phys. of man and the higher animals". vol. 2. St. Pb., 1905. (cit SERGEEN).
- VIDAL GAMARRA. "Los efectos fisiológicos de las grandes alturas". Rev. de Med. Aeronautica núm. 34. Madrid, 1943.

- VILLEMIN. Compt. rend. Soc. Biol. Paris. Vol. 32, pag. 696. 1919.
- VIOLETTE. "Quelques effets phys. des descompressions explosives". Jour, Physiolog. 46. 1954.
- "L'examen d' aptitude physique et mentale du personnel navigant de l'aeronautique civile". La Med. Aeronautique, troisième trim. 1956.
- "L'aptitude physique et mental du personnel navigant de la Aeronautique Civil". La Med. Aer., 3^{er} trim. 1956.
- VIRGILI, R. "Affezioni neuro-psichiatr. dipendenti o aggravate dall'attività di volo". II Cong. Mond. Med. Aeron. e Sp., Roma 1959.
- VIVENOT, R. Arch. fur pathol., Anat. und Physiol., 19 (5-6). 1860.
- VOZZA et MEINERI. "Indagini sperimentali sugli effetti delle accelerazioni negative sull'organo visivo". II Cong. Mond. Med. Aeron., Roma 1959.
- VUILLEMIN. "Valeur comparative l'épreuve SCHNEIDER e test Flack..." Tesis Doctoral. Nancy, 1952.
- WAITTINGHAM "Prob. M.A. poses par les av. de tramp a reaction". J. Av. Med., 25, 5. 1954.
- WANTING, W. Luftfahrtmed., 1, 178. 1936-37.
- WARREN. "Everest: The unfinished adventure". Cap. Phys., 218. Londres, 1937.
- WATERS. Jour. Am. Med. Assn., 126, 1068. 1944.
- WEHRLI-HEGNER und WYES. Biochem. Z., 266, 46. 1933.
- WEILLER. "Aviation et tuberculose pulmonaire". Edit. Hnos. Vigot., Paris, 1958.
- WELTZ, KOTTENHOFF und GAUL. Luftfahrtmed., 2, 27 y 33. 1937
- WESPI, H. Klin. Wochen, 15, 701. 1936.
- WEVER. Jour. Av. Med., 14, 289. 1943.
- WHITE and C.L. Journ. Av. Med., 11, 163. 1940.

- WHITESIDE. "The problems of vision at miga altitude", 160 pags. Butterworths Scientific. Publications. London, 1957
- WIESINGER. "Die raumorientierung des menschen beim fliegen". Schr. Naurf. Gesellsch, 98. Zurich 1953
- WIGGERS CARL. J. "Fisiologia Norma y Patologica. Fisiolog. de Aviac. Espasa Calpe. Madrid, 1940.
- Ann. Int. Med., 14, 1237. 1941.
- WILBUR "La Medecin de l'Air et les accidents de volo Annual Meeting, 674. New York. 1957.
- WILBUR, F.I. "Aviation and c. sense". Flight, 3. 1911.
- WILHELM, SEM-JACOBSEN and INGEBJORG ELISABETH SEM-JACOBSEN "Selection and evaluation of pilots for higt performance air-craf and spacecraft by in-light EEG study of stress tolerance". Cong. Intrn. Med. Aeron. y Cosm. Madrid, 1962.
- WILMER and BERENS. J. Aviat. Med., 1394. 1918.
- WISCHENKWSKI und ZYRLIN, M.I. Averbach, 111. 1935.
- WLADIMIROW. Fiziol. Z., 25, 779. 1938.
- WLADISLAW. Polski Przegl. Med. Lot. 7:162 y 281. 1938.
- WULFFTEN-PALTHE. Handboch der Neurol. 685. 1926.
- WYES-DUNANT. "Physiologie Hmalayenne". B.M. Soc. Med. Hop. Paris. Junio de 1953.
- WOLLHEIME. Z. f. Klin. Med., 116, 302. 1931.
- ZAEPER, LAMPE und KOCH. Lftfahrtmed., 3, 167. 1939.
- ZAKHAROV. Tekhud 2 huru, 4 (2), 187. (cit. Sergeev)
- ZOLESE e MEINERI. "Influenza del'a depressione barometrica sulla melilita dentaria". II Cong. Mon. Med. Aeron. e Sp., Roma, 1959.
- ZUIDEMA, COHEN, SILVERMAN and RILEY. "Human tolerance to prolonged acceleration". J. Av. Med. 27, 6 469-481. 1956.